Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 278 del 26 novembre 1988 - Serie generale

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo I (70%)

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Sabato, 26 novembre 1988** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI VIA ARENULA 70 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 00100 ROMA CENTRALINO 85081

N. 105

MINISTERO DELL'INDUSTRIA
DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DECRETO MINISTERIALE 9 novembre 1988.

Approvazione e pubblicazione delle tabelle UNI-CIG, di cui alla legge 6 dicembre 1971, n. 1083, recante norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile (13° Gruppo).

SOMMARIO

MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DECRETI E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DECRETO MINISTERIALE 9 novembre 1988.

Approvazione e pubblicazione delle tabelle UNI-CIG, di cui alla legge 6 dicembre 1971, n. 1083, recante norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile (13° Gruppo).

IL MINISTRO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

Vista la legge 6 dicembre 1971, n. 1083, concernente le norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile;

Sentita l'apposita commissione tecnica per l'applicazione della ciitata legge 6 dicembre 1971, n. 1083;

Considerata la necessità, ai sensi dell'art. 3 della legge stessa, di approvare le norme specifiche per la sicurezza, pubblicate dall'Ente nazionale di unificazione (UNI) in tabelle, con la denominazione UNI-CIG, la cui osservanza fa considerare effettuati secondo le regole della buona tecnica i materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile e la odorizzazione del gas;

Considerato, che le predette norme si estendono anche agli usi similari di cui all'art. 1 della citata legge, e cioè a quelli analoghi, nel fine operativo, agli usi domestici (produzione di acqua calda, cottura, riscaldamento-unifamiliare o centralizzato, illuminazione di ambienti privati) e da questi differiscono perché richiedono apparecchi o installazioni le cui dimensioni sono diverse in quanto destinati a collettività (mense, cliniche, istituti, etc.);

Considerata la necessità, per la più ampia divulgazione possibile, di pubblicare dette norme nella *Gazzetta Ufficiale*, in allegato ai decreti di approvazione;

Decreta:

Art. 1.

Sono approvate e pubblicate in allegato al presente decreto, le seguenti tabelle di norme UNI-CIG (13° Gruppo);

1) *UNI-CIG 7271 (edizione aprile 1988)* - Caldaie ad acqua funzionanti a gas, con bruciatore atmosferico - Prescrizioni di sicurezza (sostituisce la precedente edizione dicembre 1973);

2) *UNI-CIG 8042 (edizione aprile 1988)* - Bruciatori di gas ad aria soffiata - Prescrizioni di sicurezza (sostituisce le precedenti edizioni giugno 1980 e dicembre 1985);

3) *UNI-CIG 8124 (edizione dicembre 1982)* - Generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatori ad aria soffiata - Termini e definizioni;

4) *UNI-CIG 8125 (edizione dicembre 1982)* - Generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatori ad aria soffiata - Prescrizioni di sicurezza;

5) *UNI-CIG-FA 211 (edizione dicembre 1987)* - Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI-CIG 8125 (1982) - Generatori di aria calda - Prescrizioni di sicurezza;

6) *UNI-CIG 9165 (edizione novembre 1987)* - Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori ed uguali a 5 bar - Progettazione, costruzione e collaudo;

7) *Errata-corrige alla UNI-CIG 9165 (1987)* - Reti di distribuzione di gas;

8) *UNI-CIG-FA 260 (edizione marzo 1988)* - Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI-CIG 8041 (1985) - Bruciatori di gas ad aria soffiata - Termini e definizioni;

9) *UNI-CIG-FA 207 (edizione dicembre 1987)* - Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI-CIG 8723 (1986) - Impianti di gas per apparecchi utilizzati in cucine professionali e di comunità - Prescrizioni di sicurezza;

10) *Errata-corrige alla UNI-CIG 8723 (1987)* - Impianti di gas per apparecchi utilizzati in cucine professionali e di comunità - Prescrizioni di sicurezza.

Il presente decreto, con i relativi allegati, è pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, addì 9 novembre 1988

Il Ministro: BATTAGLIA

CDU 697.326:696.2 Norma italiana Aprile 1988

CIG	Caldaie ad acqua funzionanti a gas con bruciatore atmosferico Prescrizioni di sicurezza	UNI 7271

Hot water heating gas boilers with atmosferic burners — Safety requirements

Dimensioni in mm

Edizioni precedenti dic 1973

UNI - ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE 20123 MILANO piazza A. Diaz, 2

Varianti rispetto all'edizione precedente
Rifacimento totale del testo.

SOMMARIO

1. Generalità

1.1. Scopo

La presente norma stabilisce un sistema di classificazione, le caratteristiche costruttive e di funzionamento ai fini della sicurezza nonché i metodi di prova delle caldaie a gas corredate di bruciatore atmosferico.

(segue)

Gr 12

1.2. Campo di applicazione

La presente norma si applica alle caldaie ad acqua a basamento ed a parete di tipo B1 e C1 (vedere 2.2.2) aventi:

— possibilità di utilizzare uno o più combustibili gassosi compresi nelle tre famiglie dei gas combustibili;
— portata termica nominale minore o uguale a 115 kW per le caldaie a basamento e minore o uguale a 50 kW per le caldaie a parete;
— bruciatore atmosferico facente parte integrante dell'apparecchio;
— temperatura dell'acqua in condizioni di normale funzionamento minore o uguale a 95 °C;
— scarico dei fumi a tiraggio naturale.

La norma si applica altresì alla sezione riscaldamento delle caldaie combinate.
La norma non si applica:

— alle caldaie costituite da più focolari, asserviti ad un solo dispositivo rompitiraggio;
— alle caldaie con più attacchi per lo scarico dei fumi;
— alle caldaie da installare a cielo scoperto;
— alle caldaie a condensazione;
— alle caldaie con tiraggio forzato.

Nota — *Le condizioni di messa in opera delle caldaie di cui alla presente norma, da installare all'esterno degli edifici, devono essere conformi alle specifiche prescrizioni delle norme UNI 7129*[1] *e UNI 7131*[1].

2. Classificazione

2.1. Classificazione dei gas

I gas combustibili sono classificati in tre famiglie in funzione del valore del loro indice di Wobbe inferiore (W_i).

Prima famiglia: gas manifatturati dei gruppi a e b

W_i compreso tra 20,5 e 26,8 MJ/m³

La prima famiglia si divide in due gruppi:

- Gruppo a: W_i compreso tra 20,5 e 25,2 MJ/m³
- Gruppo b: W_i compreso tra 23,3 e 28,7 MJ/m³

Seconda famiglia: gas naturale dei gruppi H ed L e loro gas di sostituzione

W_i compreso tra 37,1 e 52,4 MJ/m³

La seconda famiglia si divide in due gruppi:

- Gruppo H: W_i compreso tra 43,4 e 52,4 MJ/m³
- Gruppo L: W_i compreso tra 37,1 e 42,8 MJ/m³

Terza famiglia: gas di petrolio liquefatti - GPL

W_i compreso tra 72,0 e 85,3 MJ/m³

2.2. Classificazione delle caldaie

Ai fini della presente norma le caldaie si classificano in CATEGORIE in funzione dei gas che sono in grado di utilizzare e in TIPI in funzione del modo di evacuazione dei prodotti della combustione.

2.2.1. Categoria delle caldaie

2.2.1.1. Categoria I

In questa categoria sono comprese le caldaie idonee per l'utilizzazione di gas appartenenti ad una sola famiglia.

— Categoria I_{2H}
Comprende le caldaie previste per utilizzare unicamente i gas del gruppo H della seconda famiglia.

— Categoria I_3
Comprende le caldaie previste per utilizzare tutti i gas della terza famiglia (propano e butano).

(segue)

1) Attualmente in corso di revisione.

2.2.1.2. Categoria II

In questa categoria sono comprese le caldaie idonee per l'utilizzazione dei gas appartenenti a due famiglie.

- Categoria II_{12H}
  Comprende le caldaie previste per utilizzare i gas della prima famiglia e quelli del gruppo H della seconda famiglia.
- Categoria II_{2H3}
  Comprende le caldaie previste per utilizzare i gas del gruppo H della seconda famiglia ed i gas della terza famiglia.

2.2.1.3. Categoria III

In questa categoria sono comprese le caldaie idonee per l'utilizzazione dei gas appartenenti alle tre famiglie.

2.2.2. Tipi di caldaie

2.2.2.1. Tipo B1

Le caldaie di tipo B1 sono destinate ad essere raccordate ad un condotto di evacuazione dei prodotti della combustione a tiraggio naturale; l'aria comburente è prelevata direttamente dal locale dove è installata la caldaia.

2.2.2.2. Tipo C1

Le caldaie di tipo C1 hanno il circuito di combustione stagno raccordato ad un dispositivo speciale che consente l'alimentazione dell'aria comburente al bruciatore prelevandola direttamente dall'esterno attraverso un muro perimetrale e, contemporaneamente, assicura, nello stesso modo, l'evacuazione diretta all'esterno dei prodotti della combustione.

3. Caratteristiche costruttive

3.1. Condizioni di adattabilità

In funzione della categoria di appartenenza vengono di seguito indicate le sole operazioni e regolazioni consentite per la conversione delle caldaie, dal funzionamento con un gas di un gruppo o di una famiglia al funzionamento con un gas di un altro gruppo o di un'altra famiglia e/o per l'adeguamento alle varie pressioni di distribuzione di un gas.
Tali operazioni devono potersi effettuare senza scollegare la caldaia dalle condutture cui è allacciata.

3.1.1. Categoria I

- Categoria I_{2H} e I_3
  Intervento sul regolatore di pressione del gas

3.1.2. Categoria II

3.1.2.1. Categoria II_{12H}

- Regolazione della portata del gas al bruciatore principale mediante l'eventuale sostituzione di ugelli o di orifizi calibrati (diaframmi).
- Regolazione dell'aria primaria.
- Regolazione della portata di gas al bruciatore pilota sia mediante l'intervento sul dispositivo di regolazione, sia mediante la sostituzione di ugelli o di orifizi calibrati (diaframmi), sia, eventualmente, mediante la sostituzione dell'intero bruciatore pilota o di parti di esso.
- Intervento sul regolatore di pressione del gas.
- Regolazione dell'eventuale pressostato del gas.
- Taratura del dispositivo di adattamento della portata del gas, eventualmente anche mediante la sostituzione di parti del dispositivo stesso.
- Le operazioni di sostituzione delle parti sopraindicate e le regolazioni sono ammesse per la conversione delle caldaie dal funzionamento con un gas della prima famiglia al funzionamento con un gas della seconda famiglia e viceversa.

3.1.2.2. Categoria II_{2H3}

- Regolazione della portata del gas al bruciatore principale mediante l'eventuale sostituzione di ugelli o di orifizi calibrati (diaframmi).
- Regolazione dell'aria primaria.

— Regolazione della portata di gas al bruciatore pilota sia mediante l'intervento sul dispositivo di regolazione, sia mediante la sostituzione di ugelli o di orifizi calibrati (diaframmi), sia, eventualmente, mediante la sostituzione dell'intero bruciatore pilota o di parti di esso.
— Intervento sul regolatore di pressione del gas.
— Regolazione dell'eventuale pressostato del gas.
— Taratura del dispositivo di adattamento della portata del gas eventualmente anche mediante la sostituzione di parti del dispositivo stesso.
— Eventuale sostituzione della valvola automatica del gas per i gas della terza famiglia.
Le operazioni di sostituzione delle parti sopraindicate e le regolazioni sono ammesse per la conversione delle caldaie dal funzionamento con un gas della seconda famiglia al funzionamento con un gas della terza famiglia e viceversa.

3.1.3. **Categoria III**

— Regolazione della portata del gas al bruciatore principale mediante l'eventuale sostituzione di ugelli o di orifizi calibrati (diaframmi).
— Regolazione dell'aria primaria.
— Regolazione della portata del gas al bruciatore pilota sia mediante l'intervento su un dispositivo di regolazione, sia mediante la sostituzione di ugelli o di orifizi calibrati (diaframmi), sia, eventualmente, mediante la sostituzione dell'intero bruciatore pilota o di parti di esso.
— Intervento sul regolatore di pressione del gas.
— Regolazione dell'eventuale pressostato del gas.
— Taratura del dispositivo di adattamento della portata del gas, eventualmente anche mediante la sostituzione di parti del dispositivo stesso.
— Eventuale sostituzione della valvola automatica del gas per i gas della terza famiglia.
Le operazioni di sostituzione delle parti sopraindicate e le regolazioni sono ammesse per la conversione delle caldaie dal funzionamento con un gas di una famiglia al funzionamento con un gas di un'altra famiglia.

3.2. **Progettazione**

Le caldaie oggetto della presente norma, devono essere progettate e costruite in modo che, se installate in conformità alla UNI 7129 e UNI 7131, nell'uso normale, il loro funzionamento sia sicuro e cioè che le persone e l'ambiente circostante non possano essere messi in pericolo.
Le caldaie devono essere progettate in modo da:

— potere essere equipaggiate con gli apparecchi di regolazione e di controllo idonei;
— evitare surriscaldamenti localizzati o difficoltà di circolazione dell'acqua;
— evitare la condensazione del vapor d'acqua contenuto nei fumi durante il funzionamento in regime di temperatura.
Se, in fase di accensione, si verifica una qualche condensazione, questa non deve fuoriuscire dall'apparecchio né comprometterne la sicurezza;
— rendere possibile lo spurgo dell'aria dallo scambiatore;
— consentire le normali dilatazioni dovute ai cambiamenti di temperatura.
Raccordi, rubinetti, ugelli, fiamme pilota e altri organi devono essere previsti e costruiti in modo da garantire robustezza e tenuta soddisfacenti.

3.3. **Materiali**

I materiali impiegati per la costruzione delle caldaie e dei loro accessori devono avere spessore sufficiente ed essere di qualità idonea per resistere alle sollecitazioni meccaniche, termiche e chimiche alle quali si troveranno normalmente sottoposti.
I materiali e la costruzione degli apparecchi devono essere tali per cui le caratteristiche di funzionamento siano sempre normali e nessuna deformazione e nessun deterioramento degli elementi costituenti le caldaie possano prodursi nelle normali condizioni di trasporto, di immagazzinamento, d'utilizzo e di manutenzione.
I materiali utilizzati per il rivestimento, per la lubrificazione, per le guarnizioni, ed ogni altro materiale che durante l'uso delle caldaie venga a trovarsi a contatto del gas, devono resistere all'azione sia degli idrocarburi sia degli altri componenti del gas stesso.
I materiali utilizzati per la realizzazione delle parti che sono direttamente a contatto con i prodotti della combustione devono resistere all'azione termica e corrosiva degli stessi.

3.4. **Accessibilità delle caldaie: facilità di manutenzione**

Gli elementi che devono essere verificati o smontati per la manutenzione ordinaria, devono essere facilmente accessibili sia pure dopo rimozione del mantello; devono essere smontabili con utensili comuni e devono avere caratteristiche tali da non poter essere rimontati in modo scorretto.
Il bruciatore, la camera di combustione e le parti in contatto con i prodotti della combustione devono poter essere puliti facilmente con mezzi meccanici o chimici, secondo le istruzioni del costruttore, senza che tale operazione richieda di scollegare la caldaia dai condotti di alimentazione del gas e dell'acqua e senza che sia richiesto l'impiego di attrezzi speciali.
L'utente deve poter accedere facilmente agli organi di comando occorrenti per la normale conduzione delle caldaie e deve poterli manovrare senza dover rimuovere neppure parzialmente il mantello di copertura; è ammessa tuttavia l'apertura di uno sportello.
Le indicazioni (targa, indicazione della posizione degli organi di comando e simili) devono essere chiare ed indelebili.

(segue)

3.5. Raccordi alla canalizzazione del gas e dell'acqua

I raccordi delle caldaie alle canalizzazioni del gas e dell'acqua devono essere facilmente accessibili. Attorno ai raccordi deve essere previsto lo spazio occorrente per consentire il libero movimento degli attrezzi (dopo eventuale rimozione del mantello di copertura).

3.5.1. Raccordo alla canalizzazione del gas

Deve essere possibile in ogni caso raccordare le caldaie ad una canalizzazione del gas rigida, mediante raccordi filettati, flangiati o a compressione.
Se le caldaie sono corredate di raccordo filettato, questo deve essere conforme alle UNI ISO 7 o UNI ISO 228.
Se le caldaie sono previste per il raccordo flangiato, il costruttore deve fornire con l'apparecchio la controflangia e la guarnizione per la tenuta.
Tutte le tubazioni del gas facenti parte delle caldaie devono essere metalliche.

3.5.2. Raccordo alla canalizzazione dell'acqua

I raccordi al circuito dell'acqua devono essere facilmente smontabili.
La tubazione di mandata e quella di ritorno del circuito idraulico devono essere contraddistinte in modo evidente.

3.6. Tenuta dei circuiti della caldaia

3.6.1. Tenuta del circuito gas

Deve essere assicurata la tenuta dei condotti e degli accessori della caldaia costituenti il circuito gas; pertanto i fori per le viti, prigionieri e simili destinati al fissaggio di pezzi con la sola eccezione degli elementi di chiusura degli orifizi predisposti per effettuare misure, non devono essere in comunicazione con il circuito del gas.
La tenuta dei pezzi e degli assiemi costituenti il circuito del gas suscettibili di essere smontati ai fini delle normali operazioni di manutenzione periodica presso l'utente, deve essere assicurata per mezzo di giunti meccanici (per esempio giunti metallo su metallo, guarnizioni o giunti toroidali) e deve permanere inalterata anche dopo ripetute operazioni di smontaggio e montaggio.
È comunque escluso l'impiego di prodotti sigillanti quali nastri, paste o liquidi per assicurare la tenuta, mentre è ammesso l'impiego di tali sigillanti per montaggi di particolari che non sono suscettibili di rimozione. I prodotti sigillanti impiegati in questo caso devono garantire la tenuta di gas nel tempo, nelle normali condizioni di utilizzazione della caldaia.
Il montaggio di particolari non filettati del circuito gas destinati ad assicurare la tenuta non deve essere realizzato né a mezzo di saldature il cui punto di fusione, dopo l'applicazione, sia minore di 450 °C, né a mezzo di collanti.
Se esiste un dispositivo meccanico mobile tra il circuito dell'acqua e quello del gas, la tenuta tra i circuiti deve essere realizzata mediante due diversi organi di tenuta; la parte intermedia tra questi deve essere posta in comunicazione con l'ambiente in modo che, in nessun caso, il circuito idraulico possa essere posto in comunicazione con il circuito gas.

3.6.2. Tenuta del circuito dei prodotti della combustione

3.6.2.1. Caldaie di tipo B1

Deve essere assicurata, nelle condizioni normali di utilizzo e di manutenzione della caldaia, la tenuta del circuito dei prodotti della combustione, fino all'interruttore di tiraggio.
In particolare, la tenuta delle parti suscettibili di essere smontate durante le operazioni di normale manutenzione, deve essere assicurata mediante mezzi meccanici.
Peraltro, le parti non suscettibili di essere smontate per la manutenzione ordinaria, possono essere assemblate per mezzo di mastici o di paste purché la tenuta venga assicurata nelle normali condizioni di funzionamento.

3.6.2.2. Caldaie di tipo C1

La tenuta dell'involucro contenente la camera di combustione ed il raccordo dell'apparecchio ai condotti di ingresso dell'aria comburente e di evacuazione dei prodotti della combustione, nei confronti del locale nel quale l'apparecchio viene installato, deve essere assicurata soltanto mediante mezzi meccanici.
Peraltro le parti non suscettibili di essere smontate per la manutenzione ordinaria possono essere assemblate utilizzando mastici o paste, purché la tenuta venga assicurata nelle normali condizioni di funzionamento.

(segue)

3.7. Apporto di aria comburente ed evacuazione dei prodotti della combustione (fumi)

Le caldaie devono essere progettate in modo che abbiano alimentazione sufficiente di aria di combustione al momento dell'accensione e durante il normale funzionamento.
La sezione del condotto di uscita dei prodotti della combustione deve assicurarne l'evacuazione in modo sicuro ed affidabile.
Le caldaie non devono essere munite di mezzi di regolazione dell'aria che interferiscano con l'evacuazione dei prodotti della combustione.

3.7.1. Caldaie di tipo B1

Le caldaie di tipo B1 devono essere munite di interruttore di tiraggio-antivento o di altro dispositivo equivalente che ne garantisca il buon funzionamento. Tale dispositivo deve essere fornito dal costruttore.
L'attacco del tubo di scarico dei fumi della caldaia e quello dell'interruttore di tiraggio-antivento (se scorporato) deve essere femmina. L'attacco del tubo di scarico dei fumi deve permettere, eventualmente, mediante un raccordo intermedio fornito dal costruttore, il collegamento con un tubo di evacuazione.
Il diametro interno dell'attacco del tubo di scarico deve avere valore idoneo ad assicurare il buon funzionamento della caldaia
Il tubo di evacuazione deve poter essere inserito nell'attacco predisposto sulla caldaia per una lunghezza minima di 15 mm nelle caldaie con potenza minore od uguale a 70 kW e per una lunghezza minima di 25 mm per le caldaie con potenza maggiore di 70 kW.
La sua introduzione deve essere limitata da un arresto in modo che l'evacuazione dei fumi non sia disturbata.

3.7.2. Caldaie di tipo C1

L'installazione dell'apparecchio deve richiedere unicamente l'adattamento allo spessore del muro della lunghezza dei tubi di ingresso dell'aria comburente e di evacuazione dei fumi.
Se la caldaia è provvista di due condotti separati aria-fumi, i rispettivi terminali devono essere contenuti in un quadrato di 50 cm di lato.
Le parti esterne del terminale non devono avere aperture tali da consentire di introdurre una sfera di diametro 16 mm, applicando una forza di 5 N.
Il terminale deve essere costruito in modo tale che l'acqua di condensa eventualmente formatasi sia allontanata dal muro.
Il costruttore deve prevedere un sistema protettivo del terminale, per i casi in cui le aperture di evacuazione dei prodotti della combustione si affaccino in zone di passaggio. Il dispositivo deve essere fornito al laboratorio per le prove.
Le dimensioni di tale dispositivo di protezione devono essere tali che, montato secondo le istruzioni del costruttore, esso si trovi ad almeno 50 mm da qualsiasi punto del terminale.
Il dispositivo non deve presentare bordi taglienti, né avere aperture che consentano l'introduzione di una sfera di diametro 16 mm, applicando una forza di 5 N.
Gli accessori e le istruzioni per il montaggio dell'apparecchio e del dispositivo di adduzione dell'aria comburente e di scarico dei fumi devono essere forniti dal costruttore.

3.8. Verifica dello stato di funzionamento

L'accensione ed il funzionamento corretti del bruciatore nonché la lunghezza della (o delle) fiamma del pilota devono sempre poter essere verificate dall'installatore. Sono tollerati a questo fine l'apertura di una portella o lo smontaggio di un rivestimento a condizione che sia assicurata la tenuta del circuito dei prodotti della combustione.
Deve essere possibile verificare in ogni momento la presenza delle fiamme del focolare, eventualmente mediante l'apertura di una portella.
La presenza delle fiamme può essere verificata anche con l'impiego di mezzi indiretti, con la riserva che un difetto di funzionamento di tali mezzi indiretti di controllo venga rapidamente rilevato e che ne sia agevole la riparazione.
A questo fine apposite indicazioni devono figurare nelle istruzioni per l'uso fornite dal costruttore.

3.9. Svuotamento idraulico

Le caldaie devono essere corredate di un dispositivo che permetta lo scarico agevole dell'acqua in caso di necessità. Tale dispositivo deve essere costituito da un organo manovrabile preferibilmente senza utensili e, in ogni caso, unicamente con un cacciavite o con una chiave.
Apposite indicazioni devono essere riportate nelle istruzioni per l'uso fornite dal costruttore.

3.10. Mancanza di energia ausiliaria: sicurezza di funzionamento

Le caldaie che utilizzano per il funzionamento energia ausiliaria (elettricità, fluido sotto pressione, ecc.) non devono provocare situazioni di pericolo in caso di mancanza dell'energia ausiliaria o a seguito del suo ripristino.

(segue)

3.11. Dispositivi di intercettazione del gas

Le caldaie devono essere provviste di un dispositivo di intercettazione che permetta all'utilizzatore di interrompere l'arrivo del gas al bruciatore principale ed al pilota (se esiste).
Il comando di questo dispositivo può essere manuale od automatico, ma la chiusura deve essere istantanea e non deve, per esempio, risentire del tempo d'inerzia di un dispositivo di sicurezza.
Quando sull'organo di comando è necessario applicare simboli per individuare le varie posizioni operative, devono essere utilizzati i simboli sottoindicati:

— chiusura : disco pieno;
— accensione : stella stilizzata;
— portata piena del bruciatore : fiamma stilizzata.

La simbologia non è obbligatoria se sono rese impossibili manovre errate (per esempio nel caso di un unico pulsante che comanda un dispositivo di sicurezza a controllo completo sul bruciatore e sul pilota).
Se la linea di adduzione del gas al bruciatore comporta due organi di intercettazione distinti, uno per il bruciatore principale ed uno per il pilota, i comandi di questi organi devono essere combinati in modo tale che sia impossibile alimentare con gas il bruciatore se il pilota non è acceso.
Per contro, se il bruciatore principale ed il pilota sono asserviti ad un solo organo (comando) di chiusura, la posizione di accensione del pilota deve comportare un arresto od un incastro chiaramente percepibile in modo tale che per ottenere l'accensione del bruciatore principale venga obbligatoriamente rispettato un tempo di inerzia all'accensione. La manovra deve poter essere fatta con una sola mano.
Se le manopole di comando agiscono per rotazione, il senso di chiusura deve essere orario per l'osservatore che guarda la manopola di fronte.
Le manopole di comando devono essere realizzate e posizionate in modo che non possano né essere montate in posizione scorretta né spostarsi da sole.
Quando esistono più organi di intercettazione che controllano uno o più bruciatori, ciascuno deve indicare chiaramente quale o quali bruciatori controlla.

3.12. *Dispositivi di regolazione della portata termica*

Gli organi di regolazione della portata termica delle caldaie devono essere realizzati in modo che ad installazione avvenuta e dopo la messa in funzione delle stesse, ne sia impossibile la staratura involontaria da parte dell'utente.
Essi devono quindi poter essere sigillati dopo la regolazione; la sigillatura deve resistere al calore al quale viene sottoposta durante il funzionamento normale delle caldaie.
Le viti di preregolazione e di adattamento devono essere disposte in modo che non possano cadere all'interno della tubazione percorsa dal gas.
La tenuta del circuito del gas non deve essere pregiudicata (a taratura effettuata) dalla presenza di organi di preregolazione e di adattamento.
Ciascuno degli organi di regolazione della portata termica (o l'insieme di cui fa parte) deve poter essere smontato per l'eventuale sostituzione e per la pulizia. Inoltre, allorché esistono parecchi organi di comando (rubinetti, termostati, ecc.) la reciproca intercambiabilità deve essere impossibile se possono derivarne inconvenienti di funzionamento.

3.12.1. Dispositivi di preregolazione e di adattamento della portata termica

3.12.1.1. *Dispositivo di preregolazione della portata termica*

Le caldaie possono essere munite di organi di preregolazione della portata del gas.
Il regolatore di pressione regolabile è considerato dispositivo di preregolazione della portata del gas.

3.12.1.2. Dispositivo per l'adeguamento della portata termica al fabbisogno termico dell'impianto

Le caldaie a potenza regolabile possono avere un dispositivo per l'adeguamento della portata termica al fabbisogno termico dell'installazione.
Il dispositivo di preregolazione può identificarsi con il dispositivo di adeguamento al fabbisogno termico dell'impianto.

3.12.2. Regolatore di pressione del gas

Le caldaie della categoria I_3 possono essere munite di regolatore di pressione del gas. Per le caldaie appartenenti alle altre categorie l'adozione di tale dispositivo è obbligatoria.
La concezione e l'accessibilità del regolatore di pressione del gas devono essere tali che si possa facilmente procedere alla sua regolazione ed alla sua eventuale messa fuori servizio; devono tuttavia essere prese misure perché non siano possibili interventi accidentali.

(segue)

3.12.3. Regolatore della temperatura dell'acqua (termostato)

Le caldaie devono essere munite di uno o più dispositivi che permettano all'utilizzatore di adattarne il funzionamento alle proprie necessità regolando la temperatura dell'acqua inviata all'impianto ed inoltre impediscano all'acqua di entrare in ebollizione nelle condizioni normali di utilizzo della caldaia. Se le caldaie sono equipaggiate con termostato a taratura fissa il costruttore deve indicare nelle istruzioni l'obbligo di installare un termostato ambiente o eventuali altri sistemi equivalenti per la regolazione della temperatura.

3.12.4. Comando a distanza

Le caldaie devono essere predisposte per poter essere comandate a distanza, per esempio mediante un termostato ambiente, un interruttore orario o simili.
Il collegamento deve avvenire tramite morsetti appositamente previsti dal costruttore in modo tale che il collegamento non modifichi il circuito elettrico interno della caldaia. Le indicazioni necessarie devono essere contenute nelle istruzioni di installazione fornite dal costruttore.
Per le caldaie previste per funzionare senza l'ausilio dell'energia elettrica non è richiesta la predisposizione del comando.

3.13. Apparecchiature di sicurezza e di controllo

3.13.1. Sistema di sorveglianza di fiamma

Le caldaie devono essere munite di un sistema di sorveglianza della fiamma che consenta o meno l'alimentazione del gas al bruciatore principale ed al pilota.
Tale sistema deve essere a sicurezza positiva, ossia, in caso di avaria, deve intercettare il flusso del gas.
Se esiste un segnale di fiamma prima che sia stato dato l'ordine di accensione, il sistema non deve consentire l'afflusso del gas al bruciatore principale.
Per i dispositivi termoelettrici questo vale soltanto in caso di riaccensione a seguito di spegnimento manuale.
I sistemi di sorveglianza di fiamma agiscono su una valvola di sicurezza che può anche essere comandata da un dispositivo di regolazione o di sicurezza.

3.13.1.1. Rivelatori di fiamma

Se il bruciatore principale è acceso mediante un pilota permanente, oppure mediante un pilota funzionante contemporaneamente col bruciatore principale, è sufficiente applicare al sistema un solo rivelatore di fiamma che controlli la fiamma pilota, purché sia garantita una corretta interaccensione del bruciatore principale.
Se il bruciatore principale è acceso mediante dispositivo per l'accensione elettrica diretta è obbligatorio disporre sul bruciatore di almeno un punto di rivelazione di fiamma.

3.13.2. Dispositivo di accensione del bruciatore principale

Il bruciatore principale deve essere munito di un dispositivo di accensione costituito da un bruciatore pilota o da un dispositivo di accensione elettrica diretta.
Il bruciatore principale ed i relativi dispositivi di accensione devono essere realizzati e disposti in maniera da assicurare l'interaccensione corretta; le rispettive posizioni devono essere fisse e rimanere invariate.
L'accensione del bruciatore pilota permanente deve potersi effettuare facilmente con un fiammifero, a meno che non sia previsto un dispositivo speciale per l'accensione.
I dispositivi di accensione elettrica diretta non richiedono necessariamente un organo di controllo della presenza della scintilla d'innesco.
L'ordine di messa in tensione dei dispositivi di accensione elettrica diretta deve essere dato al più tardi contemporaneamente con l'ordine di apertura della valvola automatica che consente il flusso del gas per l'accensione del bruciatore principale.
Il bruciatore pilota deve essere disposto in modo tale che i relativi prodotti della combustione siano evacuati con quelli provenienti dal bruciatore principale.

3.13.3. Dispositivo di controllo contro l'insufficiente pressione di alimentazione del gas (pressostato del gas)

Le caldaie con portata termica maggiore di 60 kW devono essere munite di un dispositivo che interrompa il flusso del gas al bruciatore principale quando la pressione di alimentazione scende al disotto della pressione minima per la quale il bruciatore può funzionare in maniera sicura.
Questo dispositivo è necessario anche per le caldaie con portata termica minore di 60 kW se l'interaccensione non è soddisfacente con tutte le pressioni di alimentazione che danno una portata sufficiente a mantenere in posizione di aperto l'otturatore di sicurezza (vedere 4.3.2.3).

(segue)

3.13.4. Dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento

Le caldaie, oltre al dispositivo (o ai dispositivi) di regolazione della temperatura dell'acqua, devono essere munite di uno o più dispositivi di blocco che intercettino il flusso del gas allorché la temperatura dell'acqua nella caldaia raggiunga un valore prefissato.
Il dispositivo deve essere a sicurezza positiva, ossia deve intercettare il flusso del gas in caso di rottura dell'elemento sensibile o del collegamento tra questo e l'organo esecutore.
Il dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento ed il termostato di regolazione devono essere indipendenti, possono essere collegati in serie e devono comandare almeno due organi di chiusura indipendenti, anche se ricavati nello stesso corpo di valvola.

3.13.5. Dispositivo di sicurezza per insufficienza d'acqua

Le caldaie devono essere dotate di un dispositivo di arresto atto ad interrompere l'arrivo del gas al bruciatore quando la quantità dell'acqua in circolazione sia insufficiente a garantire il funzionamento corretto.
Detto dispositivo può coincidere con il dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento.

3.13.6. Dispositivo di limitazione della pressione dell'acqua

Le caldaie equipaggiate con un vaso di espansione pressurizzato devono essere munite di una valvola di sicurezza opportunamente tarata, collegata alla caldaia senza interposizione di alcun dispositivo di chiusura.
Tale valvola deve essere adeguatamente dimensionata in rapporto alla potenza della caldaia.

3.14. Bruciatore

La posizione del bruciatore all'interno della camera di combustione deve essere ben determinata e il fissaggio deve essere tale da rendere impossibile collocarlo in posizione scorretta.
Lo smontaggio e il rimontaggio del bruciatore deve poter essere effettuato con utensili comuni.
Se il bruciatore è munito di dispositivo per la regolazione dell'immissione dell'aria primaria, l'intervento su tale dispositivo deve richiedere l'impiego di utensili comuni; il relativo organo di regolazione deve poter essere bloccato e sigillato nella posizione di regolazione.
Le sezioni di uscita delle fiamme non devono essere regolabili e devono essere realizzate con materiali atti a resistere alla corrosione ed alle sollecitazioni termiche.

3.15. Ugelli

Gli ugelli che determinano il flusso del gas ai bruciatori devono portare una marchiatura indelebile di identificazione che impedisca ogni possibilità di errore; tale marchiatura del foro di efflusso del gas è espressa in centesimi di millimetro. La sezione di efflusso degli ugelli del bruciatore principale non deve essere regolabile.
Gli ugelli devono poter essere sostituiti per mezzo di un utensile comune e senza che sia necessario rimuovere la caldaia.
La tenuta deve essere garantita senza l'uso di mastici, paste e simili. In ogni caso deve essere rispettata la prescrizione di cui in 3.6.1.

3.16. Prese della pressione del gas

Le caldaie devono essere munite di almeno due prese della pressione del gas; una deve essere posta a monte di qualsiasi dispositivo di *regolazione e di sicurezza; l'altra a valle dell'ultimo organo per la regolazione della portata di gas*, ma in zona accessibile in modo da permettere la misurazione con i normali apparecchi destinati allo scopo.
Ciascuna presa di pressione deve avere diametro esterno (nel punto più largo) di $9_{-0,5}^{\ 0}$ mm e lunghezza utile di almeno 10 mm per permettere l'inserimento di un tubo flessibile di raccordo al manometro.
La sezione libera della presa di pressione non deve essere maggiore di 0,8 mm^2.

3.17. Parti elettriche

Le parti elettriche della caldaia che comprendono sia i componenti, sia i circuiti elettrici a bordo della caldaia stessa devono essere conformi alle prescrizioni contenute nella norma CEI 61-1.

(segue)

4. Caratteristiche funzionali

4.1. Tenuta dei circuiti della caldaia

4.1.1. Tenuta del circuito gas

Il circuito gas della caldaia deve essere a tenuta ossia deve rispettare i limiti di fuga sotto riportati. La tenuta del circuito gas viene verificata nelle condizioni di prova fissate in 5.1.1.
Per effettuare la prova di tenuta si chiude successivamente ciascun dispositivo di intercettazione del circuito gas della caldaia mantenendo gli altri aperti.
Nel corso della prova relativa al primo dispositivo di intercettazione, la fuga rilevata non deve essere maggiore di 0,07 dm^3/h; negli altri casi la fuga non deve essere maggiore di 0,07 dm^3/h la fuga precedentemente rilevata, purché la fuga totale non sia maggiore di 0,14 dm^3/h.
Successivamente si otturano gli ugelli del bruciatore o si sostituiscono con ugelli ciechi lasciando aperti gli organi di intercettazione.
La fuga totale non deve essere maggiore di 0,14 dm^3/h.

4.1.2. Tenuta del circuito dei prodotti della combustione ed evacuazione corretta dei fumi

4.1.2.1. Caldaie di tipo B1

I prodotti della combustione devono essere evacuati all'uscita del camino di prova al quale l'apparecchio è raccordato, quando si operi in conformità alle condizioni specificate in 5.1.2.1.

4.1.2.2. Caldaie di tipo C1

Nelle condizioni di cui in 5.1.2.2 la fuga non deve essere maggiore di:

a) 3 m^3/h quando il condotto di evacuazione dei fumi si trova all'interno del condotto di adduzione dell'aria comburente al bruciatore;
b) 1 m^3/h in tutti gli altri casi.

4.2. Verifica della portata termica del bruciatore

4.2.1. Portata termica nominale

La verifica della portata termica nominale viene effettuata secondo quanto indicato in 5.2.1.

4.2.2. Portata degli ugelli calibrati per le caldaie di categoria I_3

Per le caldaie di categoria I_3 non munite di regolatore di pressione la portata del gas ottenuta alla pressione normale di prova, rapportata alle condizioni di riferimento, deve essere uguale alla portata nominale con tolleranza di ± 5% nelle condizioni di prova definite in 5.2.2.

4.2.3. Dispositivo di preregolazione della portata del gas per le caldaie senza regolatore di pressione

Per le caldaie con organi di preregolazione della portata del gas e senza regolatore di pressione del gas, la portata ottenuta in seguito ad azionamento degli organi di preregolazione di portata del gas deve:

— nelle condizioni definite in 5.0.3 e 5.0.6 essere uguale alla portata nominale con tolleranza ± 2%;
— nelle condizioni di prova n° 1 di cui in 5.2.3 essere maggiore od uguale alla portata nominale;
— nelle condizioni di prova n° 2 di cui in 5.2.3 essere minore o uguale alla portata nominale.

4.2.4. Regolatore di pressione del gas

Per le caldaie con regolatore di pressione del gas, devono essere soddisfatte le condizioni di cui in 4.4.3.

(segue)

4.2.5. Dispositivo di adeguamento della portata del bruciatore al fabbisogno termico dell'impianto

Per le caldaie munite di dispositivo per l'adeguamento della portata del bruciatore al fabbisogno termico dell'impianto, differente da un *organo di preregolazione della portata del gas, si verifica che:*

- con il dispositivo in posizione di passaggio minimo la portata sia uguale alla portata minima indicata dal costruttore con tolleranza di ± 5%;
- con il dispositivo in posizione di passaggio massimo si ottenga la portata termica nominale con tolleranza di ± 5%.

4.3. Regolarità di funzionamento del bruciatore

4.3.1. Resistenza al surriscaldamento

Le diverse parti del bruciatore a seguito della prova indicata in 5.3.1 non devono subire deterioramenti che ne compromettano la regolarità del funzionamento.
Dopo l'esecuzione della prova la caldaia deve soddisfare alle specifiche indicate in 4.3.2 e 4.5.

4.3.2. Accensione, interaccensione e stabilità delle fiamme

4.3.2.1. Condizioni normali di prova

Nelle condizioni di prova definite in 5.3.2.1, in atmosfera calma, l'accensione e l'interaccensione del bruciatore devono avvenire agevolmente e regolarmente su tutta la sua superficie e per tutto il campo delle pressioni di alimentazione.
È ammessa una leggera tendenza al distacco di fiamma al momento dell'accensione, ma, a regime, le fiamme devono risultare stabili.
Se l'accensione completa del bruciatore si effettua attraverso diversi stadi di portata o a seguito della messa in funzione successiva di più elementi del bruciatore, l'accensione e l'interaccensione devono effettuarsi correttamente.
L'accensione e l'interaccensione del bruciatore, non controllati da dispositivi di sicurezza, devono effettuarsi nel tempo massimo di 5 s.

4.3.2.2. Condizioni speciali di prova

Caldaie di tipo B1

Le fiamme devono risultare stabili nelle condizioni di prova di cui in 5.3.2.2.
Non è tollerato lo spegnimento del bruciatore anche se questo ha luogo per l'intervento del dispositivo di sorveglianza di fiamma.

Caldaie di tipo C1

Nelle condizioni di cui in 5.3.2.2 l'accensione del pilota, l'accensione del bruciatore principale tramite il pilota, la propagazione della fiamma sulla totalità del bruciatore principale nonché la stabilità della fiamma devono avvenire correttamente. È tollerata una leggera turbolenza delle fiamme, ma non lo spegnimento.

4.3.2.3. Accensione a pressione ridotta

Nelle condizioni di prova di cui in 5.3.2.3 l'accensione del bruciatore deve aver luogo fino a che non interviene il pressostato del gas oppure fino a che la valvola del dispositivo di sorveglianza della fiamma rimane aperta.
Il pressostato del gas non deve intervenire finché la pressione di alimentazione rimane maggiore o uguale al valore minimo indicato nel prospetto IV (5.0.6).

4.3.2.4. Distacco di fiamma

Nelle condizioni di prova di cui in 5.3.2.4 non è ammesso il distacco della fiamma salvo che durante la fase di accensione, nel corso della quale è tollerata una certa tendenza al distacco.

4.3.2.5. Ritorno di fiamma

Nelle condizioni di prova di cui in 5.3.2.5 non è ammesso alcun ritorno di fiamma verso l'ugello nemmeno in caso di repentine variazioni di portata.

4.4. Dispositivi di preregolazione, di regolazione e di sicurezza

(segue)

4.4.1. Sistemi di sorveglianza di fiamma

4.4.1.1. Tempi di intervento dei sistemi di sorveglianza di fiamma

I tempi di intervento dei sistemi di sorveglianza di fiamma devono essere conformi ai valori indicati nel prospetto I, quadri A), B), C), D) ed E) la cui nomenclatura è conforme alla UNI 9517. I controlli si effettuano come indicato in 5.4.1.

Prospetto I — Tempi di intervento dell'apparecchio di comando e di controllo e classi delle valvole di intercettazione

Quadro A — Bruciatore equipaggiato con dispositivo di sicurezza termoelettrico e con pilota permanente di accensione e sicurezza

Portata termica nominale Q_n		Tempo di ritardo all'accensione	Tempo di sicurezza per spegnimento accidentale della fiamma	Classe di valvola	
Bruciatore pilota W	Bruciatore principale kW	s	s	Sicurezza	Regolazione
≤ 250	≤ 60	30	60	C	M
≤ 350	> 60 ≤ 115	30	30	C	M
Al termine del tempo di sicurezza per spegnimento accidentale della fiamma, deve verificarsi l'arresto di blocco.					

Quadro B — Bruciatore equipaggiato con dispositivo di sicurezza e con pilota intermittente di accensione e sicurezza (o primo stadio)

Portata termica nominale Q_n		Primo tempo di sicurezza	Tempo di sicurezza per spegnimento accidentale della fiamma	Classe di valvola	
Bruciatore pilota (o primo stadio) W	Bruciatore principale kW	s	s	Sicurezza	Regolazione
≤ 350	≤ 115	60	10	Q_n ≤ 60 kW valvola di classe C Q_n > 60 kW valvola di classe B	M
> 350 < 0,03 Q_n	≤ 115	30			
> 0,03 Q_n < 0,3 Q_n	≤ 115	10			
È ammesso un tentativo di riaccensione o di riavviamento. Se l'apparecchio di comando e di controllo non prevede queste possibilità, deve verificarsi un arresto di blocco del bruciatore					

Quadro C — Bruciatore equipaggiato con dispositivo di sicurezza e di pilota alternativo di accensione

Portata termica nominale Q_n		Tempo di sicurezza		Tempo di sicurezza per spegnimento accidentale della fiamma	Classe di valvola		
Bruciatore		Primo	Secondo		Sicurezza		Regolazione
					Bruciatore		
Pilota W	Principale kW	s	s	s*	Pilota	Principale	
≤ 250	≤ 115	60	10	10	C	Q_n ≤ 60 kW valvola di classe C	M
≤ 350	≤ 115	60	10	10	C	Q_n > 60 kW valvola di classe B	
È ammesso un tentativo di riaccensione o di riavviamento. Se l'apparecchio di comando e di controllo non prevede queste possibilità, deve verificarsi un arresto di blocco del bruciatore.							

(segue)

Quadro D — Bruciatore equipaggiato con dispositivo di sicurezza e di pilota interrotto di accensione

Portata termica nominale Q_n		Tempo di sicurezza		Tempo di sicurezza per spegnimento accidentale della fiamma	Classe di valvola		
Bruciatore		Primo	Secondo		Sicurezza		Regolazione
					Bruciatore		
Pilota W	Principale kW	s	s	s	Pilota	Principale	
≤ 350	≤ 115	60	10	10	C	Q_n ≤ 60 kW valvola di classe C	M
> 350 < 0,03 Q_n	≤ 115	30	10	10	C	Q_n > 60 kW valvola di classe B	
> 0,03 Q_n ≤ 0,3 Q_n	≤ 115	10	10	10	C		

* È ammesso un tentativo di riaccensione o di riavviamento.
Se l'apparecchio di comando e di controllo non prevede queste possibilità, deve verificarsi un arresto di blocco del bruciatore.

Quadro E — Bruciatore equipaggiato con dispositivo di sicurezza ad accensione diretta (senza bruciatore pilota)

Portata termica nominale Q_n kW	Primo tempo di sicurezza s	Tempo di sicurezza per spegnimento accidentale della fiamma s	Classe di valvola	
			Valvola di sicurezza	Valvola di regolazione
≤ 60	10	10	C	M
≤ 115	10	10	B	M

* È ammesso un tentativo di riaccensione o di riavviamento.
Se l'apparecchio di comando e di controllo non prevede queste possibilità, deve verificarsi un arresto di blocco del bruciatore.

4.4.2. Dispositivi di accensione dei bruciatori

La portata termica del pilota che rimane acceso quando il bruciatore principale è spento, non deve essere maggiore di:

a) 0,25 kW per caldaie con portata termica minore o uguale a 60 kW;

b) 0,35 kW per caldaie con portata termica maggiore di 60 kW.

In ogni caso di accensione tramite pilota, l'alimentazione del gas al bruciatore principale deve essere impedita durante la fase di accensione del pilota; il gas deve arrivare al bruciatore principale soltanto dopo che il dispositivo di rivelazione di fiamma abbia segnalato la presenza di fiamma del pilota.
Nel caso di piloti permanenti accesi automaticamente, la fase di accensione deve essere terminata entro 30 s; un tentativo di riaccensione del pilota deve poter essere effettuato soltanto dopo un'attesa di 60 s.
Nel caso di accensione diretta del bruciatore principale a mezzo scintilla elettrica, se non avviene l'accensione entro il primo tempo di sicurezza, deve verificarsi l'arresto di blocco del bruciatore. Se durante il funzionamento si verifica lo spegnimento accidentale della fiamma, è ammesso un tentativo di riaccensione purché, a partire dal momento dello spegnimento, la riaccensione abbia luogo entro il tempo di sicurezza; in caso contrario, deve verificarsi l'arresto di blocco del bruciatore.
Il dispositivo elettrico automatico di accensione del pilota deve essere disattivato entro il primo tempo di sicurezza e comunque prima che sia stato dato il consenso all'immissione del gas al bruciatore principale.
Nel caso di bruciatori accesi per mezzo di un pilota la cui fiamma è rivelata da un dispositivo di sorveglianza di fiamma, l'accensione del bruciatore principale deve potersi effettuare anche con la minima portata del gas al pilota in grado di mantenere in apertura l'otturatore del dispositivo di sicurezza.

4.4.3. Regolatore di pressione del gas

Per le caldaie munite di regolatore di pressione del gas la portata può variare da +7,5% a −10% per i gas della prima famiglia e del ± 5% per quelli della seconda famiglia, e della terza famiglia rispetto alla portata ottenuta con la pressione normale e la regolazione definita in 5.4.3, quando la pressione a monte varia entro i limiti minimo e massimo di cui in 5.0.6 per i gas di riferimento delle categorie considerate.

(segue)

4.4.4. Regolatore della temperatura dell'acqua (termostato)

Nelle condizioni di prova di cui in 5.4.4,

- se la caldaia è munita di un dispositivo di termoregolazione per cui l'utente può, a mezzo di una manopola, fissare un regime di temperatura riscontrabile su un quadrante, deve essere possibile ridurre la temperatura minima dell'acqua in uscita dalla caldaia ad un valore di almeno di 55 °C. Il termostato deve assicurare che la temperatura dell'acqua in uscita dalla caldaia non sia maggiore di 95 °C;
- se la caldaia è munita di termostato a taratura fissa, questo deve essere tale da impedire che la temperatura massima dell'acqua non sia maggiore di 95 °C. Il dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento, nel corso delle prove per la verifica della funzionalità del termostato, non deve mai entrare in azione.

4.4.5. Dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento

Nelle condizioni di prova di cui in 5.4.5, il funzionamento della caldaia deve essere interrotto in modo che la temperatura dell'acqua in caldaia non sia maggiore di 110 °C e che in ogni caso non si verifichino situazioni pericolose per l'utente o per l'apparecchio oppure un deterioramento della caldaia o dei diversi accessori.
Dopo l'intervento del dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento la caldaia può essere rimessa in servizio solo dopo intervento manuale.

4.4.6. Dispositivo di sicurezza per insufficienza d'acqua

Nelle condizioni di prova di cui in 5.4.6, il funzionamento della caldaia deve essere interrotto prima che si verifichi una situazione di pericolo per l'utente oppure un deterioramento della caldaia o dei suoi accessori.

4.5. Combustione

Nelle condizioni di cui in 5.5.1; 5.5.2; 5.5.3 il contenuto di CO nei prodotti della combustione, dedotti l'aria in eccesso ed il vapore d'acqua formato nella combustione, non deve essere maggiore di:

- 0,10% quando la caldaia è alimentata con il gas di riferimento in condizioni normali o speciali ad eccezione delle caldaie di tipo C1 per le quali il valore medio determinato nelle condizioni di cui in 5.5.2.2 può raggiungere il valore di 0,20%;
- 0,20% quando la caldaia è alimentata con il gas limite di combustione incompleta.

Inoltre, quando la caldaia è alimentata con il gas limite di combustione incompleta e annerimento non devono riscontrarsi depositi carboniosi sebbene sia tollerata la presenza di punte gialle.

4.6. Rendimento

4.6.1. Rendimento alla portata termica nominale

Il rendimento utile alla portata termica nominale nelle condizioni di prova di cui in 5.6.1 deve essere maggiore o uguale ai valori fissati dalla curva di fig. 1.
Per le caldaie con portata termica regolabile, tale rispondenza deve essere verificata sia alla portata termica nominale massima che alla portata termica nominale ridotta o alla portata minima modulata, per le caldaie a variazione automatica di potenza (modulanti).

(segue)

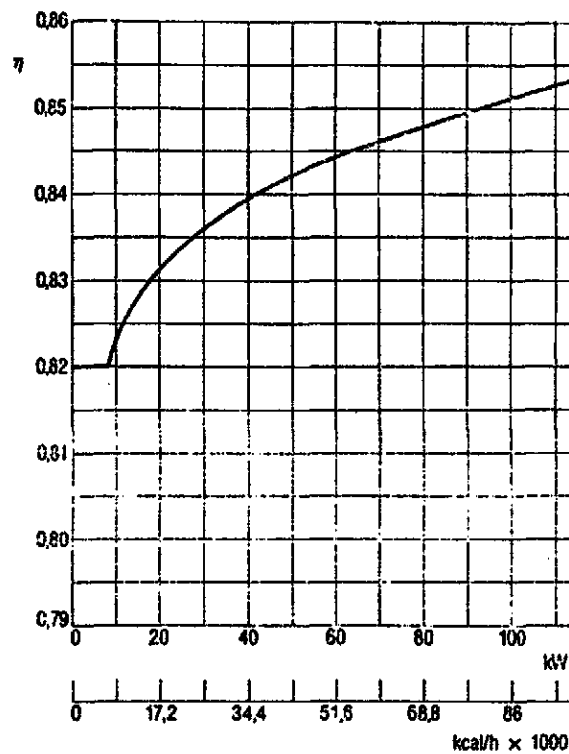



Fig. 1 — Valore minimo del rendimento utile alla portata termica nominale

4.7. Controllo della condensazione

La temperatura dei prodotti della combustione, nelle condizioni di prova di cui in 5.7, deve essere maggiore della temperatura di rugiada (vedere fig. 2) di almeno 20 °C.
Tale requisito deve essere rispettato anche alla potenza ridotta o alla potenza minima modulata.

(segue)

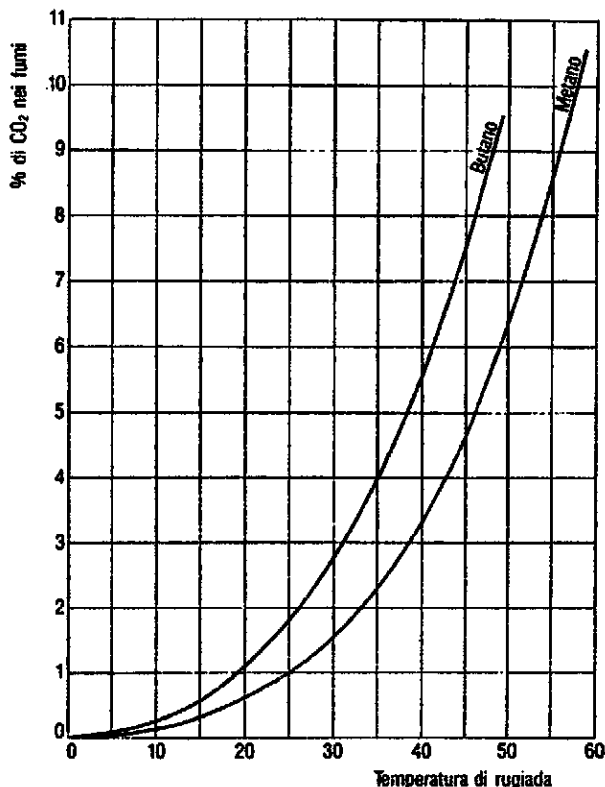



Fig. 2 — Temperatura di rugiada dei prodotti della combustione

4.8. Resistenza idraulica per caldaie senza circolatore — Curva caratteristica portata/prevalenza residua per caldaie con circolatore incorporato

Nelle condizioni di prova di cui in 5.8 si verifica la curva data dal costruttore nelle istruzioni.
Detta curva viene confermata se, per ogni valore di portata, la resistenza idraulica o la prevalenza residua rilevate non differiscono di oltre il ± 10% dal valore dichiarato dal costruttore; è ammesso comunque uno scarto di ± 10 mbar.

4.9. Limiti di temperatura dei dispositivi di manovra, di regolazione e di sicurezza, delle manopole di comando e delle parti suscettibili di essere toccate

Nelle condizioni di cui in 5.9, la temperatura dei dispositivi di regolazione e di sicurezza non deve essere maggiore del valore indicato dal costruttore. Le temperature di superficie delle manopole e di tutte le parti che devono essere toccate durante l'impiego normale della caldaia, misurate unicamente nelle zone di presa, non devono essere maggiori della temperatura ambiente di oltre:

a) 35 °C per i metalli o materiali equivalenti;

b) 45 °C per la porcellana o materiali equivalenti;

c) 60 °C per le materie plastiche o materiali equivalenti.

La temperatura di superficie delle parti del mantello non deve essere maggiore della temperatura ambiente di oltre 50 °C. Tale esigenza non riguarda le parti del mantello situate a meno di 150 mm dal condotto di evacuazione dei fumi.
Nelle caldaie a parete tale differenza di temperatura può raggiungere il valore di 80 °C limitatamente alla zona definita da 2 piani paralleli situati rispettivamente 100 mm sopra e 100 mm sotto il piano di formazione delle fiamme. La superficie del mantello situata a meno di 50 mm dal bordo dell'orifizio di accensione e di visualizzazione non è presa in considerazione.
Nel caso di caldaie tipo C_1 qualora la temperatura superficiale del condotto di collegamento con l'esterno sia maggiore della temperatura ambiente di oltre 50 °C il costruttore deve fornire unitamente all'apparecchio un manicotto isolante la cui temperatura esterna, nelle condizioni di prova di cui in 5.9, non sia maggiore di oltre 50 °C della temperatura ambiente.
Il manicotto isolante deve essere impiegato quando l'installazione richiede l'attraversamento di pareti che possono essere deteriorate dal calore. Le istruzioni fornite dal costruttore devono precisare le precauzioni di installazione da adottare in questi casi.

(segue)

4.10. Limiti di temperatura del pavimento e delle pareti circostanti

La temperatura del pavimento dove eventualmente appoggia la caldaia e quella delle pareti laterali e posteriore non devono, nelle condizioni di prova di cui in 5.10, essere maggiori della temperatura ambiente di oltre 80 °C.
Quando l'elevazione di temperatura è compresa fra 50 e 80 °C il costruttore deve indicare nel libretto d'istruzione la protezione che deve essere interposta fra la caldaia ed il pavimento o le pareti allorché questi siano costituiti da materiali suscettibili di essere deteriorati dal calore.
Tale protezione deve essere fornita al laboratorio di prova il quale verifica che, avendo la caldaia tale protezione, la temperatura del pavimento e delle pareti laterali e posteriori, misurata nelle condizioni di prova di cui in 5.10, non sia maggiore della temperatura ambiente di oltre 50 °C.

5. Metodi di prova

5.0. Condizioni generali di prova

5.0.1. Caratteristiche del gas di prova: gas di riferimento e gas limite

Le caldaie sono destinate ad utilizzare gas di vario tipo.
Uno degli scopi della presente norma consiste nel fissare le procedure per verificare che il funzionamento delle caldaie sia soddisfacente per ciascuna delle famiglie o dei gruppi di gas e per le relative pressioni per le quali le caldaie sono previste, utilizzando eventualmente i dispositivi di preregolazione.
All'interno di ciascuna famiglia o gruppo di gas:

— il gas di riferimento è il gas che corrisponde, in genere, ai tipi di gas più frequentemente distribuiti ed in funzione dei quali le caldaie vengono progettate;
— i gas limite sono i gas che corrispondono alle condizioni estreme delle caratteristiche dei gas distribuiti.

Le caratteristiche dei gas di riferimento e dei gas limite di prova sono riportate nel prospetto II.

5.0.2. Preparazione dei gas di prova

La composizione dei gas usati per le prove è riportata nel prospetto II.
Per la preparazione di questi gas devono essere rispettate le regole seguenti:

— l'indice di Wobbe inferiore (W_i) del gas utilizzato deve essere uguale al valore indicato nella casella del gas di prova corrispondente ± 2% (questa tolleranza comprende l'errore degli apparecchi di misura);
— i gas per la preparazione delle miscele devono avere almeno il grado di purezza seguente:

azoto	N_2	99%	
idrogeno	H_2	99%	
metano	CH_4	95%	con un tenore totale di H_2, CO e O_2 minore dell'1% e un tenore totale di N_2 e CO_2 minore del 2%.
propilene	C_3H_6	90%	
propano	C_3H_8	95%	
butano	C_4H_{10}	95%	

Tuttavia queste condizioni non sono vincolanti per ciascuno dei costituenti purché la miscela finale abbia composizione identica a quella della miscela che si sarebbe ottenuta a partire dai costituenti della purezza richiesta.
Per preparare una miscela, si può dunque partire da un gas contenente già in proporzioni convenienti parecchi costituenti della miscela finale. Inoltre, per i gas della seconda famiglia, è possibile, per le prove effettuate con il gas di riferimento G 20, sostituire il metano con gas naturale anche se la sua composizione non corrisponde alle condizioni precedenti per i tenori di CH_4, N_2 e CO_2, purché dopo un'aggiunta eventuale sia di propano sia di azoto, secondo i casi, la miscela finale abbia un indice di Wobbe (W_i) compreso entro il ± 2% del valore indicato nel prospetto II per il gas di riferimento corrispondente.
Per la preparazione dei gas limite G 21, G 22 e G 23, è possibile assumere come gas di base, anziché il metano, un gas naturale del gruppo H. Il componente da addizionare per ottenere la miscela corrispondente al gas limite considerato e indicato, per ciascun gas, nel prospetto II ma per i gas G 21 e G 23, la quantità di tale componente può differire rispetto al valore indicato, con riserva che la miscela finale abbia indice di Wobbe inferiore (W_i) compreso entro il ± 2% rispetto al valore riportato nel prospetto II per il gas limite corrispondente. Per il gas G 22, oltre all'uguaglianza dell'indice di Wobbe (W_i) entro il ± 2%, è richiesto che la miscela finale contenga il 35% di idrogeno.

(segue)

Prospetto II — Gas di prova

Famiglie	Gruppo	Tipo di gas	Sigla	Composizione in volume	Indice di Wobbe inferiore MJ/m³(kcal/m³)	Potere calorifico inferiore MJ/m³(kcal/m³)	Indice di Wobbe superiore MJ/m³(kcal/m³)	Potere calorifico superiore MJ/m³(kcal/m³)	Densità relativa
Prima famiglia	Gruppo a*	Gas di riferimento	G 110	50% H_2 26% CH_4 24% N_2	22,9 (5 480)	14,7 (3 510)	26,1 (6 250)	16,7 (4 000)	0,411
		Gas limite di ritorno di fiamma	G*112	59% H_2 17% CH_4 24% N_2	20,5 (4 900)	12,4 (2 970)	23,6 (5 640)	14,3 (3 420)	0,367
	Gruppo b	Gas di riferimento	G 120	47% H_2 32% CH_4 21% N_2	26,8 (6 400)	17,2 (4 110)	29,3 (6 980)	18,8 (4 480)	0,412
Seconda famiglia	Gruppo H	Gas di riferimento	G 20	CH_4	48,2 (11 520)	35,9 (8 570)	53,6 (12 800)	39,9 (9 530)	0,554
		Gas di combustione incompleta e di annerimento	G 21	87% CH_4 13% C_3H_8	52,4 (12 520)	43,4 (10 360)	57,9 (13 850)	47,9 (11 460)	0,685
		Gas limite di ritorno di fiamma	G 22	65% CH_4 35% H_2	43,7 (10 450)	27,1 (6 480)	49 (11 710)	30,4 (7 260)	0,384
		Gas limite di distacco di fiamma	G 23	92,5% CH_4 7,5% N_2	43,4 (10 370)	33,2 (7 930)	48,2 (11 525)	36,9 (8 815)	0,585
	Gruppo L	Gas di riferimento e di ritorno di fiamma	G 25	86% CH_4 14% N_2	39,4 (9 420)	30,9 (7 370)	43,9 (10 480)	34,3 (8 200)	0,612
		Gas limite di combustione incompleta e di annerimento	G 26	80% CH_4 7% C_3H_8 13% N_2	42,7 (10 200)	35,2 (8 400)	47,4 (11 330)	39,1 (9 330)	0,678
		Gas limite di distacco di fiamma	G 27	82% CH_4 18% N_2	37,1 (8 870)	29,4 (7 030)	41,3 (9 860)	32,7 (7 810)	0,628
Terza famiglia		Gas di riferimento e gas limite di combustione incompleta e di annerimento	G 30	C_4H_{10}	85,3 (20 380)	122,8 (29 330)	92,3 (22 070)	133,1 (31 810)	2,077
		Gas limite di distacco di fiamma	G 31	C_3H_8	74,9 (17 900)	93,6 (22 360)	81,5 (19 472)	101,8 (24 322)	1,562
		Gas limite di ritorno di fiamma	G 32	C_3H_6	72,0 (17 200)	87,8 (20 960)	77,0 (18 430)	93,8 (22 430)	1,481

* I gas di questo gruppo non sono attualmente distribuiti in Italia.

5.0.3. Utilizzazione dei gas di prova

Le prove previste in 5.1.2; 5.3.1; 5.3.2; 5.4.1; 5.4.2; 5.4.3 e 5.5 devono essere eseguite con i gas definiti in 5.0.1 corrispondenti alla categoria della caldaia e rispettando le tolleranze indicate in 5.0.2.
Per le prove previste agli altri punti, al fine di facilitarne la realizzazione, è possibile sostituire il gas di riferimento con un gas realmente distribuito, purché l'indice di Wobbe inferiore (W_i) sia compreso entro il ± 5% del valore di quello del gas di riferimento.

5.0.4. Scelta del gas di prova

Quando un apparecchio può utilizzare gas appartenenti a diversi gruppi o famiglie, si esegue una scelta tra i gas di prova indicati nel prospetto II tenendo conto delle specificazioni riportate in 5.0.7.1 in funzione della categoria di appartenenza dell'apparecchio (vedere prospetto III).

(segue)

Prospetto III — Categoria degli apparecchi e gas di prova

Categoria	I_{2H}	I_{3}	II_{12H}	II_{2H3}*	III
Gas di riferimento	G 20	G 30	G 110 G 20	G 20 G 30	G 110 G 20 G 30
Gas limite di combustione incompleta	G 21	G 30	G 21	G 21	G 21
Gas limite di ritorno di fiamma	G 22	G 32	G 112	G 22	G 112
Gas limite di distacco di fiamma	G 23	G 31	G 23	G 23	G 23
Gas limite di annerimento	G 21	G 30	G 21	G 30	G 30

* Le prove con i gas limite sono fatte con l'iniettore e la regolazione corrispondente al gas di riferimento del gruppo al quale appartiene il gas limite utilizzato per la prova.

5.0.5. Condizioni di alimentazione e di regolazione delle caldaie

Le prove devono essere eseguite nelle condizioni di alimentazione (pressione) e con i gas di riferimento ed i gas limite della categoria d' appartenenza della caldaia, secondo le pressioni indicate nel prospetto IV.
Prima di eseguire le prove previste alla portata termica nominale, occorre che:

- la caldaia sia corredata con l'ugello corrispondente al gas di riferimento utilizzato;
- in funzione delle condizioni di alimentazione, della temperatura dell'ambiente di prova, della pressione barometrica e delle condizioni di misura (misuratore a secco o ad acqua), il laboratorio opera in modo che la pressione a monte degli ugelli sia tale per cui si possa ottenere la portata termica nominale con approssimazione di ± 2% (agendo sui dispositivi di preregolazione o sul regolatore di pressione);
- i dispositivi di regolazione dell'aria primaria, se esistono, siano regolati secondo le indicazioni del costruttore, in modo da realizzare il funzionamento ottimale.

5.0.6. Pressione di prova

I valori della pressione di prova, cioè della pressione di alimentazione al raccordo di arrivo del gas all'apparecchio, sono indicati nel prospetto IV.

Prospetto IV — Pressioni di prova

Natura del gas	Pressione del gas mbar		
	normale	minima	massima
Gas di riferimento G 110 Gas limite G 112	8	6	15
Gas di riferimento G 20 Gas limite G 21 Gas limite G 22 Gas limite G 23	18	15	23
Gas di riferimento G 30 Gas limite G 32 Gas limite G 31	30 37	25 25	35 45

5.0.7. Esecuzione delle prove

5.0.7.1. Prove per le quali è necessario l'impiego di tutti i gas di prova

Le prove definite in 5.1.2; 5.2.1; 5.3.2; 5.4.1 a 5.4.3 e 5.5 devono essere effettuate con ciascuno dei gas di riferimento (quando è previsto con ciascuno dei gas limite) alle pressioni indicate nel prospetto IV.
Per ciascuno di questi gas di riferimento e di queste pressioni, l'apparecchio e l'aria primaria devono essere regolate conformemente alle indicazioni date dal costruttore. Tuttavia per le prove riguardanti i gas limite indicati nel prospetto II le prove stesse devono essere effettuate con l'ugello e la regolazione corrispondente al gas di riferimento del gruppo al quale appartiene il gas limite utilizzato per la prova.

(segue)

5.0.7.2. Altre prove

Le altre prove devono essere effettuate soltanto con uno qualunque dei gas di riferimento. La caldaia deve essere corredata degli ugelli corrispondenti.

5.0.8. Locale delle prove

Le caldaie devono essere installate per le prove in un locale aerato, privo di correnti d'aria e la cui temperatura ambiente sia prossima a 20 °C.

5.0.9. Scarico dei fumi

5.0.9.1. Caldaie di tipo B1

Per l'effettuazione delle prove, la caldaia in esame deve essere installata, secondo le istruzioni fornite dal costruttore anche per quanto riguarda la distanza minima dalle pareti circostanti.
In particolare se la caldaia è prevista per l'installazione a parete, deve essere installata su un pannello verticale di legno o di altro materiale avente caratteristiche termiche simili.
Il pannello deve avere spessore non minore di 25 mm, essere verniciato in nero opaco ed avere dimensioni maggiori di quelle dell'apparecchio in prova di almeno 50 mm da ogni lato. La caldaia viene sottoposta al tiraggio provocato da un condotto di lamiera di spessore 0,5 mm ed altezza di 1 m, se trattasi di caldaia a basamento, o di 0,5 m se trattasi di caldaia a parete.
Il diametro esterno del condotto deve corrispondere al diametro interno del foro dell'attacco del tubo di scarico della caldaia ed essere predisposto per l'inserimento nello stesso.
Il condotto viene inserito direttamente nell'attacco del tubo se l'apparecchio è a scarico verticale, oppure tramite un raccordo a gomito se l'apparecchio è a scarico posteriore o laterale.
Per il prelievo dei prodotti della combustione, utilizzare l'apposito dispositivo di campionamento, il quale deve essere introdotto fino ad una altezza di 250 mm della base del tubo di scarico.

5.0.9.2. Caldaie di tipo C1

Le caldaie di tipo C1 sono montate sulla parete di prova specificata in 5.0.9.1 secondo le istruzioni del costruttore.
Per il campionamento dei prodotti della combustione deve essere utilizzata una sonda di aspirazione provvista di termocoppia (questo dispositivo può essere per esempio un tubo di alluminio malleabile con punto di fusione 600 °C, con termocoppia di Ni - NiCr; isolamento in fibra di vetro; saldatura di diametro 1 mm, posizionata 2 o 3 mm all'interno del tubo, dal punto di entrata dei prodotti della combustione).
La sezione considerata, per il prelievo dei prodotti della combustione, è il piano perpendicolare alla direzione del flusso dei prodotti della combustione; si trova all'interno e a un diametro di distanza dall'estremità superiore del condotto di evacuazione dei fumi (di sezione uniforme, cioè escludendo griglie, deflettori esterni, ecc.).
Determinare il centro della sezione. Un piano orizzontale passante per questo punto divide la sezione in una parte superiore e una inferiore.
Il prelievo deve essere fatto nella parte superiore in modo che l'estremità della sonda si trovi il più esattamente possibile a un terzo, dal centro della linea mediana del piano orizzontale (se la sezione possiede un asse di simmetria orizzontale, il prelievo è quindi effettuato a un terzo dell'altezza totale della sezione del tubo di scarico a partire dalla sommità).
Occorre verificare che in nessun punto e per tutta la sua lunghezza la sonda non occupi più dell'1% della sezione totale.

5.0.10. Circuiti dell'acqua

Le caldaie devono essere collegate al banco di prova (coibentato) di fig. 3 o ad altro banco che dia risultati equivalenti.
Se la caldaia è dotata di termostato regolabile il cui campo di regolazione comprenda il valore di 80 °C, oppure se è dotata di termostato a taratura fissa la cui temperatura di intervento è maggiore di 80 °C, le prove vengono eseguite alla temperatura dell'acqua in mandata di 80 ± 1 °C.
Nei casi in cui la temperatura dell'acqua in mandata non possa (per le caratteristiche della caldaia) raggiungere il valore sopra indicato, le prove devono essere effettuate alla temperatura massima di mandata indicata dal costruttore nella targa dell'apparecchio e nelle istruzioni d'uso.
Agendo sugli organi di regolazione del banco di prova, si deve realizzare una differenza di temperatura tra l'acqua in mandata e quella in ritorno di 20 ± 1 °C, oppure la differenza di temperatura indicata dal costruttore, comunque minore di 20 °C, se le caratteristiche del sistema di regolazione della caldaia non consentono il funzionamento corretto per la differenza di 20 °C.

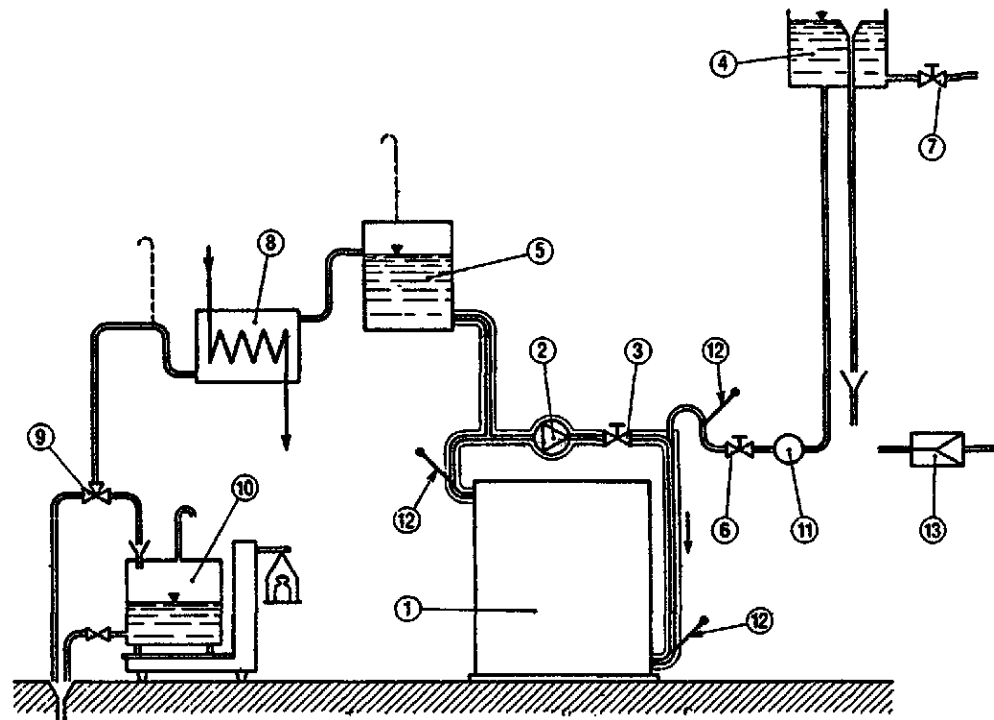
(segue)

(1) Caldaia in prova
(2) Circolatore
(3) Valvola di regolazione I
(4) Serbatoio a livello costante
(5) Serbatoio di compensazione
(6) Valvola di regolazione II
(7) Valvola di regolazione III
(8) Refrigerante
(9) Valvola a tre vie
(10) Recipiente di pesata
(11) Contatore dell'acqua
(12) Sonde di temperatura
(13) Raccordo al condotto di distribuzione a pressione costante (alternativo a posizione 4)

Fig. 3a — Schema di banco di prova per la determinazione del rendimento e della igienicità della combustione

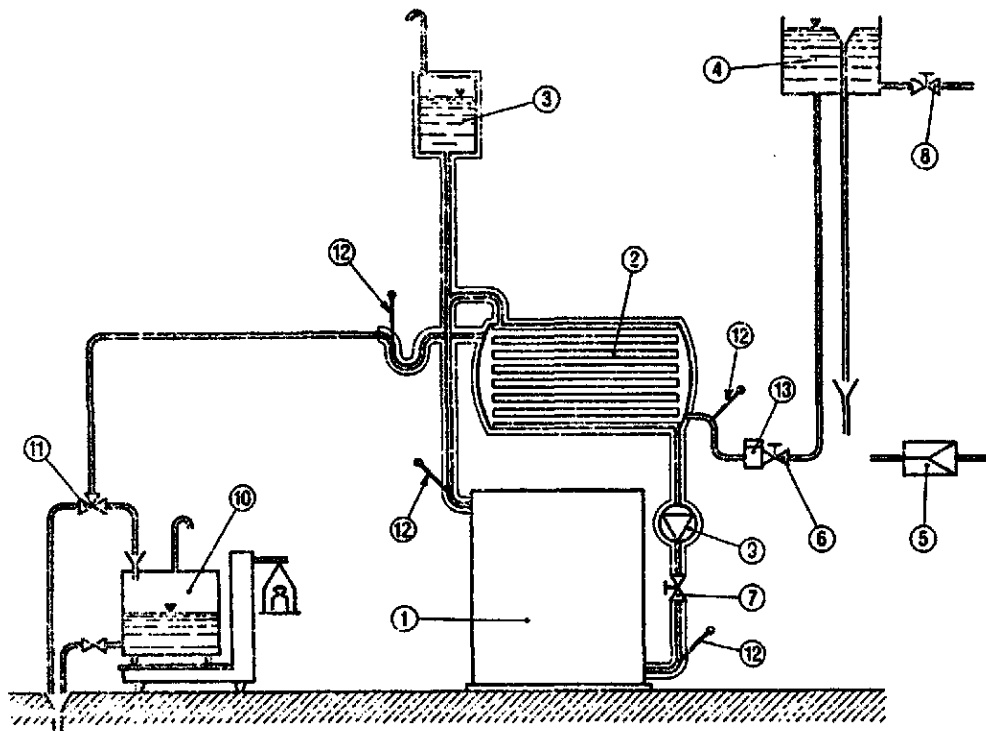
(segue)

1. Caldaia in prova
2. Scambiatore
3. Vaso di espansione
4. Serbatoio a livello costante
5. Raccordo al condotto di distribuzione a pressione costante (alternativo alla soluzione 4)
6. Valvola di regolazione I
7. Valvola di regolazione II
8. Valvola di regolazione III
9. Circolatore
10. Recipiente di pesata
11. Valvola a tre vie
12. Sonde di temperatura
13. Contatore dell'acqua

Fig. 3b — Schema di banco di prova per la determinazione del rendimento e della igienicità della combustione

5.0.11. Regime termico (stato stazionario)

Le prove devono essere eseguite quando la caldaia abbia raggiunto il regime termico, vale a dire quando la temperatura dell'acqua in mandata è stabilizzata entro ± 1 °C e quando le portate dell'acqua e del gas sono costanti.

5.0.12. Precisione degli strumenti di misura

Le misure devono essere effettuate con strumenti caratterizzati almeno dai gradi di precisione seguenti:

— temperatura dell'acqua	± 0,1 °C
— temperatura dei fumi	± 5 °C
— massa	± 0,1%
— volume del gas	± 1%

(segue)

5.1. Prova di tenuta dei circuiti della caldaia

5.1.1. Prova di tenuta del circuito gas

Le prove devono essere effettuate con aria a temperatura ambiente, con pressione di 150 mbar, misurata immediatamente a monte della caldaia.
Per la determinazione della fuga, deve essere utilizzato un metodo volumetrico che consenta la misura diretta della fuga e la cui precisione sia tale che l'errore commesso nella determinazione non sia maggiore di 0,01 dm³/h.
Un tipo di dispositivo di prova è schematizzato in fig. 4.
La tenuta del circuito gas deve essere controllata prima e dopo l'intero ciclo di prove cui la caldaia viene sottoposta.

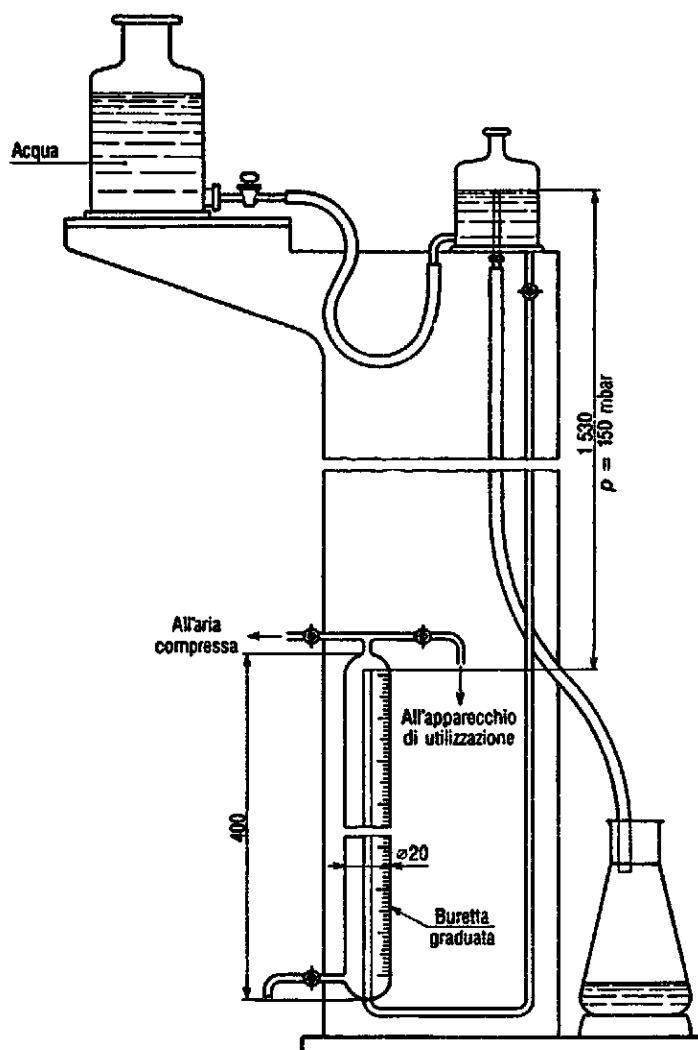



Fig. 4 — Dispositivo per la prova di tenuta del circuito gas

(segue)

5.1.2. Prova di tenuta del circuito dei prodotti della combustione ed evacuazione corretta dei fumi

La caldaia deve essere installata come indicato in 5.0.8 a 5.0.12.

5.1.2.1. Caldaie di tipo B1

La prova deve essere effettuata con atmosfera in quiete e nelle normali condizioni di tiraggio.
Le fughe eventuali devono essere ricercate per mezzo di una placca a punto di rugiada (la cui temperatura è mantenuta ad un valore leggermente maggiore del punto di rugiada dell'atmosfera ambiente) che deve essere avvicinata ad ogni singolo punto dal quale si possa temere una mancanza di tenuta.
Nei casi dubbi si raccomanda di ricercare le fughe eventuali per mezzo di una sonda di prelievo collegata ad un analizzatore di CO_2 con assorbimento all'infrarosso a risposta rapida e capace di avvertire concentrazioni dell'ordine dello 0,1%.
In tal caso occorre cautelarsi affinché il prelevamento del campione non perturbi lo scarico normale dei fumi.

5.1.2.2. Caldaie di tipo C1

Il controllo della tenuta è riferito sia all'apparecchio sia alle parti di raccordo del dispositivo speciale di evacuazione dei prodotti della combustione.
Dopo aver accuratamente sigillato sia la sezione di presa dell'aria esterna che il condotto di evacuazione dei fumi, la caldaia da provare deve essere collegata a una sorgente di aria compressa durante tutta la prova in modo da mantenere nel circuito dei prodotti della combustione una pressione effettiva di 0,5 mbar, misurata nel punto di raccordo della sorgente di aria compressa alla caldaia. Il montaggio deve essere realizzato in modo da poter evidenziare ogni eventuale fuga dovuta a un difetto di tenuta del corpo caldaia e delle parti di raccordo.

5.2. Verifica della portata termica del bruciatore

5.2.1. Portata termica nominale

La portata termica nominale Q_n, dichiarata dal costruttore, rappresenta la quantità di calore erogata dal bruciatore che consente di ottenere, nelle condizioni di prova di cui in 5.0.8 a 5.0.12, la potenza termica nominale.
La portata termica nominale Q_n, espressa in kilowatt, riferita al volume di gas, è data da:

$$0{,}263\ V_N \cdot H_i \qquad [1]$$

dove: V_N è la portata volumetrica di gas, espressa in metri cubi all'ora riportata alle condizioni di riferimento (gas secco, 15 °C, 1 013 mbar) e ottenuta con gas di riferimento alla pressione normale di prova;
H_i è il potere calorifico inferiore espresso in megajoule al metrocubo del gas (gas secco, 0 °C, 1 013 mbar).

Poiché in pratica le prove si effettuano in condizioni diverse da quelle di riferimento, i valori ottenuti dovranno essere opportunamente corretti.
Quando si eseguono misure di volume di gas a mezzo di un contatore ad acqua, il volume V_0 di gas letto al contatore in metri cubi all'ora (gas secco, 15 °C, 1013 mbar) dovrà essere di conseguenza corretto mediante la formula:

$$V \frac{p_a + p - f}{1\,013} \frac{288}{273 + t_g}$$

dove: V è il volume di gas letto al contatore in metri cubi all'ora;
t_g è la temperatura del gas nel contatore in gradi Celsius;
p è la pressione di alimentazione del gas al contatore in millibar;
p_a è la pressione atmosferica in millibar (se la misura è effettuata con barometro Fortin, il valore dato dalla colonna di mercurio deve essere riportato a 0 °C);
f è la tensione parziale in millibar del vapor d'acqua nel gas che passa attraverso il contatore (si considera uguale alla tensione max. del vapore d'acqua alla temperatura t_g).

Se il fattore di correzione del contatore è diverso da 1, occorre tenerne conto.
Per l'eventuale misura volumetrica dei gas della terza famiglia è necessario usare contatori a secco. In questo caso, se il gas è secco, non si sottrae il termine f che compare nella formula.
La portata termica nominale Q_n, espressa in kilowatt riferita alla massa di gas, è data da:

$$0{,}278\ M_N \cdot H_i \qquad [2]$$

dove: M_N è la portata massica in kilogrammi all'ora;
H_i è il potere calorifico inferiore del gas in megajoule al kilogrammo.

La determinazione per pesata può venire effettuata con i gas della terza famiglia. In questo caso il fattore di correzione della portata massica (M) rilevata nella prova è uguale a 1. M si assimila a M_0 (portata massica corretta).
I valori V_0 e M_0 sono quelli da confrontare con i valori V_N e M_N che compaiono nelle formule [1] e [2]. Le misure devono essere eseguite dopo che l'apparecchio ha raggiunto le condizioni di regime e con eventuale termostato messo fuori servizio.

(segue)

Nota 1 — *Il fattore 0,263 che compare nella formula [1] è la risultante dal prodotto di:*

0,948 per la correzione di H_i da 0 °C a 15 °C

0,278 per la trasformazione del mega joule all'ora in kilowatt.

5.2.2. Verifica della portata degli ugelli calibrati per le caldaie di categoria I_3 non munite di regolatore di pressione

Per la verifica della portata degli ugelli, deve essere utilizzato il gas di riferimento della terza famiglia e misurata la portata alimentando l'apparecchio alla pressione normale di prova (vedere 5.0.6).

5.2.3. Verifica del dispositivo di preregolazione della portata del gas per le caldaie senza regolatore di pressione

Tale verifica è riferita unicamente a caldaie munite di organi di preregolazione della portata del gas, la cui funzione non è annullata; sono previste le due prove seguenti, che devono essere effettuate con ciascuno dei gas di riferimento della categoria alla quale appartiene la caldaia, ad eccezione dei casi in cui il dispositivo di preregolazione sia stato sigillato dal costruttore in una data posizione; in tal caso viene considerato inesistente.

Prova n° 1

Misurare la portata con il dispositivo di preregolazione in posizione di massimo e con la pressione di alimentazione al valore minimo indicato al 5.0.6 e corrispondente al gas di riferimento considerato.

Prova n° 2

Misurare la portata con il dispositivo di preregolazione in posizione di minimo e con la pressione di alimentazione al valore massimo indicato in 5.0.6 e corrispondente al gas di riferimento considerato.

5.2.4. Regolatore di pressione del gas

Le prove devono essere effettuate secondo quanto indicato in 5.4.3.

5.2.5. Dispositivo di adeguamento della portata del bruciatore al fabbisogno termico dell'impianto

Le prove devono essere effettuate secondo quanto indicato in 5.2.3 per le due posizioni estreme del dispositivo di regolazione.

5.3. Regolarità di funzionamento del bruciatore

5.3.1. Prova di resistenza al surriscaldamento

La prova deve essere effettuata con uno dei gas di riferimento della categoria alla quale appartiene l'apparecchio e con l'ugello corrispondente.
Il gas deve essere acceso volutamente all'ugello ed inoltre, eventualmente, alla testa del bruciatore. Se si può mantenere la combustione in queste condizioni, proseguire la prova per 15 min. Se non si riesce a mantenere la combustione all'ugello, diminuire la portata in modo da poter effettuare la prova; tuttavia la prova non deve essere eseguita ad una pressione minore della pressione minima di prova.

5.3.2. Prova di accensione, interaccensione e stabilità delle fiamme

Tali prove devono essere effettuate due volte: una prima volta a freddo ed una seconda volta a caldo con caldaia in regime di temperatura.

(segue)

5.3.2.1. Condizioni normali di prova

Il bruciatore ed il pilota, dotati di ugelli appropriati, devono essere regolati preventivamente come segue: sono alimentati in successione con ciascuno dei gas di riferimento corrispondenti alla categoria dell'apparecchio, alla pressione normale di prova, in modo da ottenere la portata nominale a ± 2% circa (vedere 5.0.5); per ciascun gas, agire, sugli organi di regolazione d'immissione dell'aria primaria se esistono, in modo da ottenere il funzionamento ottimale, secondo le istruzioni fornite dal costruttore.
Procedere quindi alle tre prove seguenti, ripetendole alla portata termica ridotta o a quella minima modulata se, secondo le istruzioni fornite dal costruttore, l'accensione può avvenire in queste condizioni, durante l'impiego normale.
Nel caso di piloti di sicurezza, aventi più fori di formazione della fiamma suscettibili di essere tappati, per eseguire le prove n° 1 o 2, tali fori devono essere tappati ad eccezione di quello corrispondente alla fiamma che riscalda l'elemento sensibile.

Prova n° 1

— Se la caldaia di categoria I_3 non dispone di regolatore di pressione del gas, abbassare la pressione all'entrata caldaia al valore uguale alla pressione minima indicata in 5.0.6 per i gas della terza famiglia.
— Per le altre caldaie, abbassare la pressione di alimentazione al valore minimo di cui in 5.0.6 e abbassare la pressione a valle del regolatore, se necessario, al valore corrispondente al 92,5% della portata nominale per i gas della prima famiglia ed al 95% per i gas della seconda e della terza famiglia.
In queste condizioni verificare che l'accensione del bruciatore avvenga correttamente.

Prova n° 2

— Senza modificare la regolazione iniziale del bruciatore e del pilota, sostituire successivamente ai gas di riferimento i gas limite di distacco e di ritorno di fiamma corrispondenti e abbassare la pressione all'entrata della caldaia alla pressione minima indicata in 5.0.6.
Inoltre, per le caldaie dotate di regolatore di pressione del gas, la pressione a valle del regolatore deve essere abbassata, se necessario, al valore corrispondente al 92,5% della portata nominale per i gas della prima famiglia e al 95% della portata nominale per i gas della seconda e della terza famiglia.
— Diminuire la portata del gas al pilota in modo da fornire l'energia minima necessaria per mantenere aperta la valvola di alimentazione del gas al bruciatore principale; verificare quindi che avvenga l'accensione del bruciatore principale.
Questa prova deve essere eseguita anche alla portata termica ridotta o a quella minima modulata se, secondo le istruzioni fornite dal costruttore, l'accensione in queste condizioni può avvenire durante l'impiego normale.

Prova n° 3

— Se la caldaia di categoria I_3 non dispone di regolatore di pressione del gas (senza modificare la regolazione iniziale del bruciatore e del pilota), alimentare l'apparecchio con il gas limite di distacco di fiamma alla pressione massima indicata in 5.0.6 e verificare l'assenza di distacco della fiamma.
Per le altre caldaie, la prova deve essere effettuata elevando la portata del bruciatore al valore corrispondente ad 1,07 volte la portata nominale per i gas della prima famiglia ed a 1,05 volte la portata nominale per i gas della seconda e della terza famiglia.

5.3.2.2. Condizioni speciali di prova

5.3.2.2.1. Caldaie di tipo B1

La caldaia in prova deve essere alimentata con il gas limite di distacco di fiamma, ed alla pressione massima (vedere 5.0.6).
La caldaia deve essere sottoposta a livello di bruciatore, a cinque raffiche successive di vento con velocità di 2 m/s, per la durata di 15 s ciascuna e per ciascun angolo di incidenza. L'asse della vena del vento deve essere contenuto in un piano orizzontale e deve essere spostato in modo da individuare uno o più angoli d'incidenza, a discrezione del laboratorio di prova, sull'arco di un semicerchio situato davanti alla caldaia ed il cui centro deve essere determinato dal punto d'incontro del piano di simmetria della caldaia, dal muro contro il quale la caldaia deve essere avvicinata il più possibile e dal piano che contiene l'asse della vena del vento.
Quando la caldaia ha un dispositivo di sorveglianza di fiamma che controlla il bruciatore principale ed il pilota, la prova deve essere eseguita con il bruciatore ed il pilota accesi simultaneamente.
Nel caso contrario, la prova deve essere eseguita anche quando è acceso soltanto il pilota.
Questa prova deve essere ripetuta con il bruciatore funzionante alla portata termica ridotta o a quella minima modulata se tale tipo di funzionamento è previsto dal costruttore.
Inoltre una seconda prova deve essere effettuata nelle stesse condizioni di alimentazione del gas e applicando alla sommità del camino di prova un vento continuo diretto verso il basso alla velocità di 3 m/s. Durante questa prova non deve essere esercitata l'azione del vento a livello del bruciatore.
Eseguire infine una terza prova con camino tappato.

(segue)

5.3.2.2.2. Caldaie di tipo C1

La caldaia in prova deve essere installata secondo le indicazioni del costruttore sulla parete di prova riportata in fig. 5.
La lunghezza dei condotti di ingresso dell'aria e di evacuazione dei fumi deve essere adattata al valore corrispondente allo spessore di un muro di circa 350 mm.
La tenuta del montaggio può essere realizzata se necessario, usando, per esempio, bande adesive.
La caldaia deve essere alimentata con uno dei gas di riferimento della categoria di appartenenza alla relativa pressione normale.
Le prove devono essere ripetute alla portata ridotta eventualmente prevista dal costruttore.
Procedere ad effettuare le due serie di prove seguenti:

a) prima serie di prove

La caldaia deve essere sottoposta successivamente all'azione di venti con diverse velocità le cui direzioni sono situate in tre piani:

— vento orizzontale;
— vento ascendente di 30° rispetto all'orizzontale;
— vento discendente di 30° rispetto all'orizzontale.

In ciascuno dei tre piani variare l'incidenza da 0° a 180° (a settori di 30°).
Le prove devono essere eseguite alle tre velocità del vento seguenti:

2,5, 5 e 15 m/s

Per ciascuno dei 17 punti di misura e per ciascuna velocità del vento verificare a vista quanto segue:

— la stabilità del pilota, acceso da solo;
— l'accensione del bruciatore principale, tramite il pilota;
— la propagazione della fiamma;
— la stabilità delle fiamme del pilota e del bruciatore principale funzionanti simultaneamente.

Per ciascuno dei tre piani di incidenza notare le due combinazioni (velocità del vento-angolo di incidenza) che producono le più forti perturbazioni delle fiamme del bruciatore principale e/o del pilota.

b) seconda serie di prove

Per ciascun punto di misura e per ciascuna delle velocità del vento definiti in a), verificare anche la possibilità di accendere il pilota, mediante il dispositivo ausiliario previsto (vedere 4.4.2).

Definizioni dei riferimenti della figura

A : Piano verticale corrispondente alla parete di prova.
a : Retta perpendicolare ad A passante per il centro della parete.
B : Ipotetico piano orizzontale a cui appartiene la retta a.
α : Angolo compreso tra la retta coincidente con l'asse del flusso d'aria e la proiezione di tale retta sul piano B.
β : Angolo compreso tra la proiezione di cui sopra e la retta b intersezione dei piani A e B.

Il verso positivo di rotazione di α e β è indicato in figura dalle rispettive frecce.
La parete di prova deve essere verticale e rigida, di dimensioni minime 1,8 m × 1,8 m.
L'apparecchio deve essere disposto in modo tale che l'asse di simmetria dei terminali di adduzione dell'aria comburente e di scarico dei prodotti della combustione coincida con la retta a della figura.
Detti terminali devono sporgere dalla parete di prova come previsto nel libretto di istruzione.
Le prove si effettuano con flusso d'aria avente le seguenti angolazioni:

α = 0° (vento orizzontale), 30° (vento proveniente dall'alto), −30°
β = 0° (vento radente), 30°, 60°, 90° (perpendicolare alla parete di prova), 120°, 150°, 180°.

La variazione di β può essere ottenuta sia spostando il ventilatore (la parete rimane fissa), sia facendo ruotare la parete attorno ad un asse verticale passante per il suo centro.

La distanza che il ventilatore dovrà avere dalla parete di prova viene determinata in modo che, senza tale parete, il flusso d'aria abbia le caratteristiche seguenti:

— il diametro della vena d'aria deve essere tale da superare quello del cerchio ideale che racchiude il terminale (o i terminali, nel caso che la presa d'aria e lo scarico dei fumi non siano concentrici) di almeno 0,20 m;
— filetti senza moto di rotazione residuo, con velocità pressoché uniforme su tutta la sezione;
— velocità di 2,5; 5; 15 m/s (tolleranza 10%).

Fig. 5 — Schema del dispositivo di prova per apparecchi di tipo C1

(segue)

5.3.2.3. Accensione a pressione ridotta

Il bruciatore deve essere alimentato con il gas di riferimento alla pressione normale di prova in modo da funzionare alla sua portata termica nominale; il pressostato del gas, se esistente, deve essere regolato al valore indicato dal costruttore per il tipo di gas utilizzato; il pilota, se esistente, deve essere regolato alla portata indicata dal costruttore. La pressione di alimentazione deve essere abbassata gradualmente fino all'intervento del pressostato, se esistente, o a quello del dispositivo di sorveglianza di fiamma. Fino a questa pressione l'accensione deve avvenire ed il dispositivo di sorveglianza di fiamma deve funzionare correttamente. Alle pressioni minori verificare quanto previsto in 4.3.2.3.
Nelle condizioni limite, sopra descritte, la prova deve essere ripetuta più volte al fine di verificare che il bruciatore venga acceso correttamente nei tempi di sicurezza all'accensione (TSA).
Durante la prova si devono prendere precauzioni in modo che la pressione di alimentazione non sia influenzata in maniera sensibile dall'accensione del bruciatore principale.

5.3.2.4. Distacco di fiamma

Effettuare la regolazione del bruciatore con il gas di riferimento relativo a ciascuna categoria di appartenenza dell'apparecchio, in modo da ottenere la portata termica nominale.
Sostituire a ciascun gas di riferimento il rispettivo gas limite di distacco di fiamma elevando la pressione di alimentazione al valore massimo indicato in 5.0.6. Verificare la rispondenza alle condizioni di cui in 4.3.2.4.
Le prove devono essere eseguite a freddo.

5.3.2.5. Ritorno di fiamma

Effettuare la regolazione del bruciatore con il gas di riferimento relativo a ciascuna categoria di appartenenza dell'apparecchio, in modo da ottenere la portata termica nominale.
Sostituire a ciascun gas di riferimento il rispettivo gas limite di ritorno di fiamma, abbassando la pressione di alimentazione al valore minimo indicato in 5.0.6.
Verificare che vengano rispettate le condizioni stabilite in 4.3.2.5.
Le prove devono essere eseguite a caldo..

5.4. Dispositivi di preregolazione, di regolazione e di sicurezza

5.4.1. Sistemi di sorveglianza di fiamma

Sono previsti i tempi di intervento dei sistemi di sorveglianza di fiamma seguenti.

5.4.1.1. Primo tempo di sicurezza

Senza alimentare con gas l'apparecchio,iniziare la fase di accensione. Misurare il tempo durante il quale è presente tensione ai morsetti della valvola elettrica.
Questa misura deve essere eseguita con un cronometro elettrico o con un dispositivo similare.

5.4.1.2. Secondo tempo di sicurezza

Nel caso di bruciatori con pilota alternativo o interrotto procedere nel modo seguente: accendere il bruciatore pilota con relativa rivelazione fiamma. Senza alimentazione gas al bruciatore principale misurare il tempo durante il quale è presente tensione ai morsetti della valvola elettrica. Questa misura deve essere eseguita con cronometro elettrico o con dispositivo similare.

5.4.1.3. Tempo di sicurezza per spegnimento accidentale della fiamma

La prova deve essere eseguita nelle condizioni di cui in 5.0.8 a 5.0.12.
Con il sistema di sorveglianza di fiamma funzionante a regime interrompere manualmente e ripristinare immediatamente il flusso di gas (la prova deve essere effettuata con pressostato escluso).
Per i bruciatori con accensione automatica che prevedono un tentativo di riaccensione, occorre disinserire il dispositivo automatico di accensione prima di interrompere manualmente il flusso del gas.
La verifica del tempo di sicurezza per i bruciatori con pilota permanente con controllo di fiamma di tipo termoelettrico deve essere effettuata due volte: una prima volta con il solo pilota permanente acceso e una seconda volta con il pilota e il bruciatore principale funzionanti contemporaneamente.

(segue)

5.4.2. Dispositivi di accensione dei bruciatori

La portata termica del pilota deve essere determinata con il o i gas di riferimento alla pressione normale definita in 5.0.6 per ciascuna famiglia di gas.

5.4.3. Regolatore di pressione del gas

Il regolatore di pressione del gas deve essere regolato in modo da ottenere la portata volumica nominale con il gas di riferimento alla pressione normale indicata in 5.0.6 e corrispondente a questo gas.
Conservando la regolazione iniziale, variare la pressione di alimentazione fra il valore minimo e massimo corrispondente e viceversa.
Verificare la conformità ai requisiti di cui in 4.4.3.

5.4.4. Regolatore della temperatura dell'acqua (termostato)

La caldaia deve essere installata come indicato in 5.0.8 a 5.0.12.
Si regola la portata d'acqua in modo da ottenere un gradiente di aumento di temperatura dell'acqua in uscita di circa 2 °C al minuto.
Nelle prove sotto descritte, deve essere verificato che siano soddisfatte contemporaneamente le condizioni di cui in 4.4.4:

- quando il dispositivo di regolazione della temperatura dell'acqua è regolato per ottenere sia il valore minimo sia il valore massimo, verificare che la temperatura dell'acqua in uscita sia compresa fra i limiti previsti.
  Quando il termostato è del tipo a taratura fissa, verificare che la temperatura dell'acqua in uscita non sia maggiore del limite previsto;
- verificare contemporaneamente che, durante il cicló completo di regolazione, non intervenga mai il dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento.

5.4.5. Dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento

La caldaia deve essere installata come indicato in 5.0.8 a 5.0.12. Dopo aver messo fuori servizio il termostato, ridurre progressivamente la portata di acqua in circolazione nella caldaia fino ad ottenere l'interruzione del gas al bruciatore. Verificare che siano soddisfatte le condizioni di cui in 4.4.5.

5.4.6. Dispositivo di sicurezza per insufficienza d'acqua

Quando il sistema di controllo della caldaia lo consente, accendere il bruciatore principale dopo aver portato il livello dell'acqua al disotto del rilevatore di temperatura mantenendo la pompa di circolazione ferma.
Verificare che siano soddisfatte le condizioni di cui in 4.4.6.
La stessa prova deve essere ripetuta dopo aver svuotato completamente la caldaia.

5.5. Prova di combustione

5.5.1. Prove in condizioni normali

La caldaia deve essere accesa e regolata seguendo le istruzioni di cui in 5.0.7.1 e 5.0.8 a 5.0.12.
Se esiste un organo di regolazione dell'aria primaria del bruciatore, questo deve essere regolato osservando l'aspetto delle fiamme e seguendo le istruzioni del costruttore.
Il prelievo dei prodotti della combustione deve essere effettuato quando la caldaia ha raggiunto le condizioni di regime, utilizzando il metodo descritto in 5.0.8 a 5.0.12 ed utilizzando il dispositivo di fig. 6.

(segue)

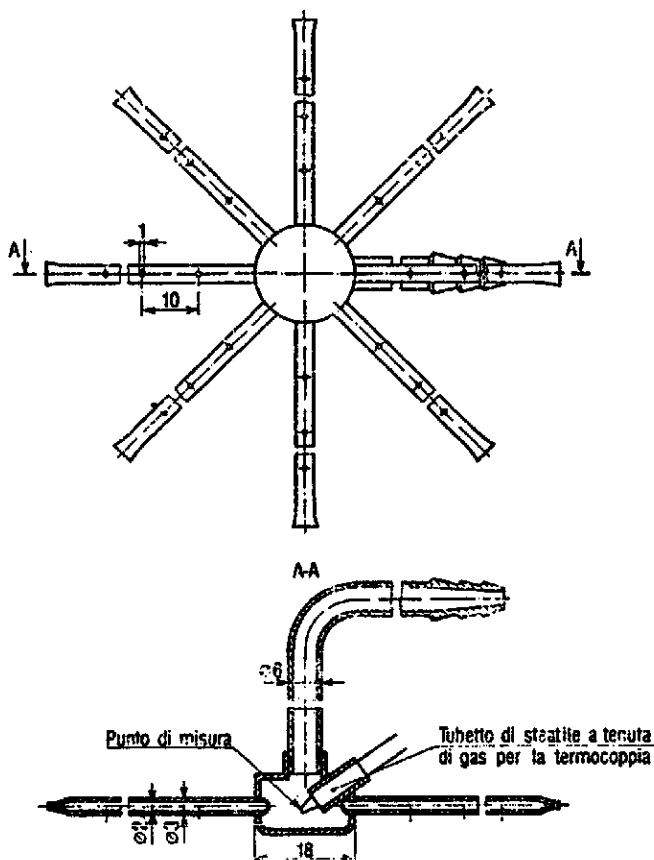



Fig. 6 — Schema del dispositivo di campionatura dei fumi

Il prelievo dei prodotti della combustione deve essere effettuato alla portata di almeno 1,5 l/min. Il monossido di carbonio (CO), deve essere misurato per mezzo di strumenti che permettano di rilevare tenori di CO a partire da $5 \cdot 10^{-6}$ parti in volume.
L'apparecchio di misura del CO non deve essere influenzato dalla presenza di anidride carbonica nei prodotti della combustione.
L'anidride carbonica (CO_2) deve essere determinata con strumenti che consentono di effettuare misure con errore relativo minore del 2%.
Il contenuto percentuale di CO in volume sui fumi secchi privi d'aria è dato dalla formula:

$$(CO)_M \cdot \frac{(CO_2)\,N}{(CO_2)\,M}$$

dove: $(CO_2)\,N$ è il contenuto percentuale teorico in volume di CO_2 nei prodotti della combustione secchi;
$(CO)\,M$ e $(CO_2)\,M$ è il contenuto percentuale di CO e CO_2 nei campioni prelevati durante la prova di combustione.
I valori di percentuali di $(CO_2)\,N$ sono elencati nel prospetto V per ogni gas di prova.

Prospetto V — Contenuto teorico di CO_2 nei fumi secchi

Tipo di gas	G 110	G 20	G 21	G 30	G 31
$(CO_2)\,N$ %	7,6	11,7	12,2	14,0	13,7

Il contenuto di CO in per cento riferito ai prodotti della combustione secchi e privi d'aria può anche essere calcolato con la formula seguente:

$$\frac{21}{21 - (O_2)\,M} \cdot (CO)\,M$$

dove: $(O_2)\,M$ e $(CO)\,M$ sono le percentuali di ossigeno e di monossido di carbonio nei campioni prelevati durante la prova di combustione.

(segue)

La caldaia deve essere inizialmente provata con il o i gas di riferimento della categoria alla quale appartiene e che sono elencati in 5.0.4.

- Per le caldaie non equipaggiate né di regolatore di pressione (o di portata) del gas, né di organo di preregolazione della portata del gas, la prova deve essere eseguita alimentando la caldaia alla pressione massima indicata in 5.0.6.
- Per le caldaie munite di organo di preregolazione della portata del gas e che non hanno un regolatore di pressione (o di portata) del gas, la prova deve essere eseguita alle pressione massima indicata in 5.0.6 ed agendo sull'organo di preregolazione in modo da ottenere una portata di gas uguale a 1,10 volte la portata nominale.
- Per le caldaie munite di regolatore di pressione (o di portata) del gas, la prova deve essere eseguita alimentando la caldaia alla pressione massima di cui in 5.0.6 ed operando sul regolatore in modo da aumentare la portata di gas al bruciatore ad un valore uguale a 1,07 volte la portata nominale se la caldaia è alimentata con gas G 110 oppure uguale a 1,05 volte la portata nominale se la caldaia è alimentata con il gas G 20 o con il gas G 30.

Le caldaie che hanno un organo di regolazione della portata o della pressione del gas, ma la cui funzione è annullata per una o più famiglie di gas, devono essere provate nelle varie situazioni seguendo i differenti casi previsti.
Dopo la prova con il o i gas di riferimento la caldaia deve essere collaudata con il gas limite di combustione incompleta della categoria alla quale appartiene, elencato in 5.0.4.
Questa prova deve essere realizzata sostituendo semplicemente il gas di riferimento con il gas limite di combustione incompleta corrispondente, senza cambiare né la regolazione della caldaia né la pressione di alimentazione del gas.

5.5.2. **Prove in condizioni speciali**

5.5.2.1. Caldaie di tipo B1

Devono essere eseguite due prove con il gas di riferimento alla portata termica nominale. La prima prova deve essere eseguita con il camino chiuso. La seconda prova deve essere eseguita applicando sopra il camino di prova una corrente d'aria continua diretta verso il basso con velocità di 0,5; 1,5; 3 m/s (vedere fig. 7).
La caldaia deve essere regolata come indicato in 5.5.1, il prelievo dei prodotti della combustione deve essere effettuato in modo tale da garantire un campione rappresentativo degli stessi.

1 Apparecchio in prova
2 Deprimometro
3 Tubo flessibile
4 Serrande
5 Ventilatore

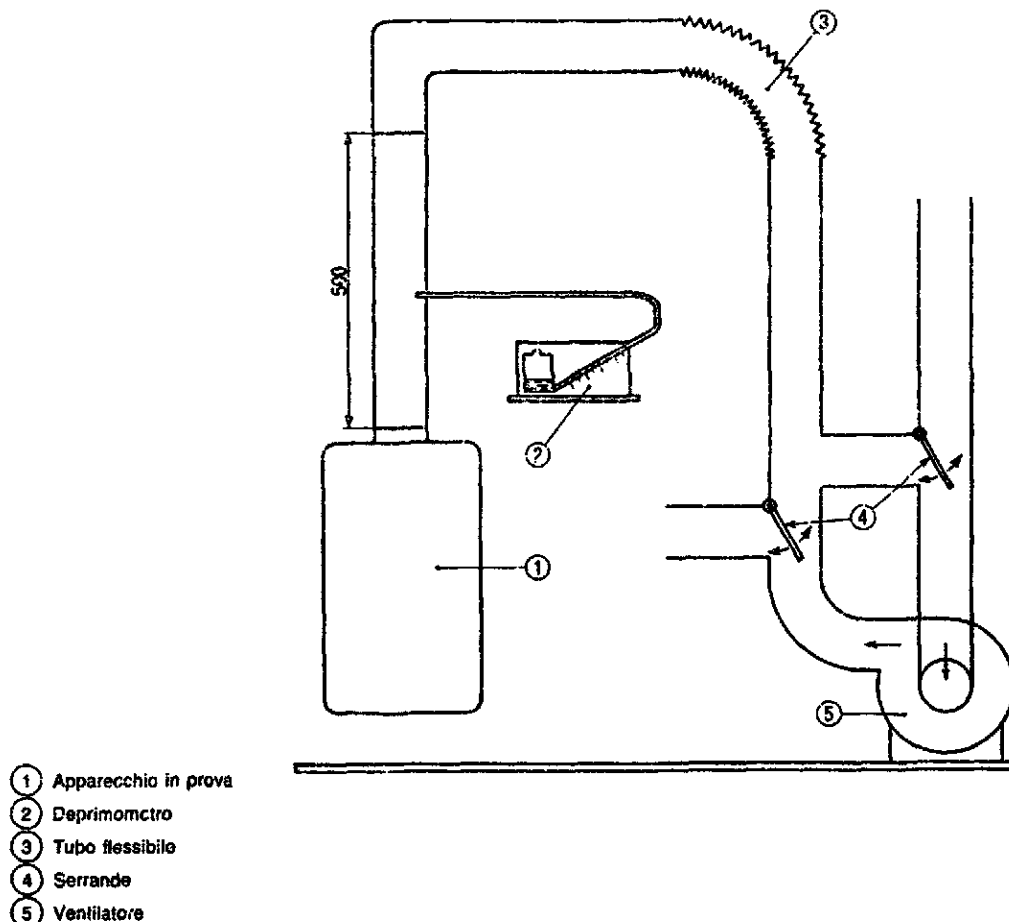



Fig. 7 — Schema del dispositivo per la prova di combustione in condizioni di vento contrario

(segue)

5.5.2.2. Caldaie di tipo C1

La caldaia deve essere installata e regolata come indicato in 5.3.2.2.
Procedere a un prelievo dei prodotti della combustione in ciascuna delle combinazioni risultanti dalla prima serie di prove di cui in 5.3.2.2.
Il valore di CO è la risultante della media aritmetica dei tenori di CO determinati in ciascun prelievo.

5.5.3. Prove alla portata termica nominale ridotta e/o minima

Le prove di cui in 5.5.1 e 5.5.2 devono essere eseguite anche nelle condizioni di portata termica nominale ridotta e/o minima.

5.6. Rendimento

5.6.1. Rendimento alla portata termica nominale

La caldaia, installata come indicato in 5.0.8 a 5.0.12, deve essere alimentata alla portata termica nominale con il gas di riferimento corrispondente alla categoria dell'apparecchio. L'eventuale by-pass della caldaia deve essere completamente chiuso e la pompa di circolazione della caldaia (se esistente) permanentemente in funzione.
Dopo aver portato la caldaia a regime ed essendo costanti le temperature dell'acqua all'entrata ed all'uscita della caldaia (come indicato in 5.0.10), iniziare la determinazione del rendimento.
L'acqua riscaldata deve essere fatta fluire in un recipiente posto su una bilancia o sistema equivalente (opportunamente tarati prima di cominciare la prova) e, contemporaneamente iniziare a misurare la portata di gas (lettura del contatore).
Durante la prova devono essere effettuate varie letture di temperatura per ottenere valori medi sufficientemente esatti.
Dopo 20 min, l'acqua deve essere avviata direttamente allo scarico.
La massa dell'acqua raccolta durante la prova deve essere corretta effettuando una seconda pesata 10 min dopo la prima ed estrapolando tale differenza alla durata vera e propria della prova (correzione per l'evaporazione).
Il rendimento utile R_u riferito al potere calorifico inferiore si calcola con la formula seguente:

$$\frac{4,186 \times M\,(t_2 - t_1)\,10^{-3} + D_p}{V_c \cdot H_i}$$

dove: M è la massa corretta dell'acqua in kilogrammi;
- t_1 è la temperatura dell'acqua esterna in entrata nel circuito di prova;
- V_c è il volume di gas consumato in metri cubi corretto a 0 °C - 1 013 mbar;
- H_i è il potere calorifico inferiore del gas in megajoule al metrocubo (0 °C - 1 013 mbar, gas secco);
- D_p sono le dispersioni termiche del dispositivo di prova in megajoule alla temperatura media dell'acqua in uscita;
- t_2 è la temperatura dell'acqua in uscita dalla caldaia (fig. 3a) o dallo scambiatore (fig. 3b).

5.6.2. Rendimento alla portata termica ridotta e/o minima

La prova di cui in 5.6.1 deve essere eseguita anche nelle condizioni di portata termica ridotta e/o minima.

5.7. Controllo della condensazione

La prova deve essere effettuata alla portata termica nominale ed alla portata termica ridotta (o a quella minima modulata) dichiarata dal costruttore, collegando la caldaia al camino di prova di 5 m.

5.7.1. Camino di prova

Il camino di prova è costituito da un condotto cilindrico non coibentato, in lamiera zincata da 1,5 mm di spessore, costruito secondo le dimensioni indicate in fig. 8.
I tronchi devono essere uniti mediante flange saldate con interposte guarnizioni che ne assicurino la tenuta.
Per le caldaie a parete verrà inserito il tronco supplementare di lunghezza 0,5 m per riportare la lunghezza del camino di prova a 5 m.

5.7.2. Misura delle temperature

La misura delle temperature deve essere effettuata all'estremità superiore del camino, nel punto a) (vedere fig. 8), per mezzo di termometri o termocoppie munite di schermo protettore e situate sull'asse del condotto come indicato in fig. 8.

(segue)

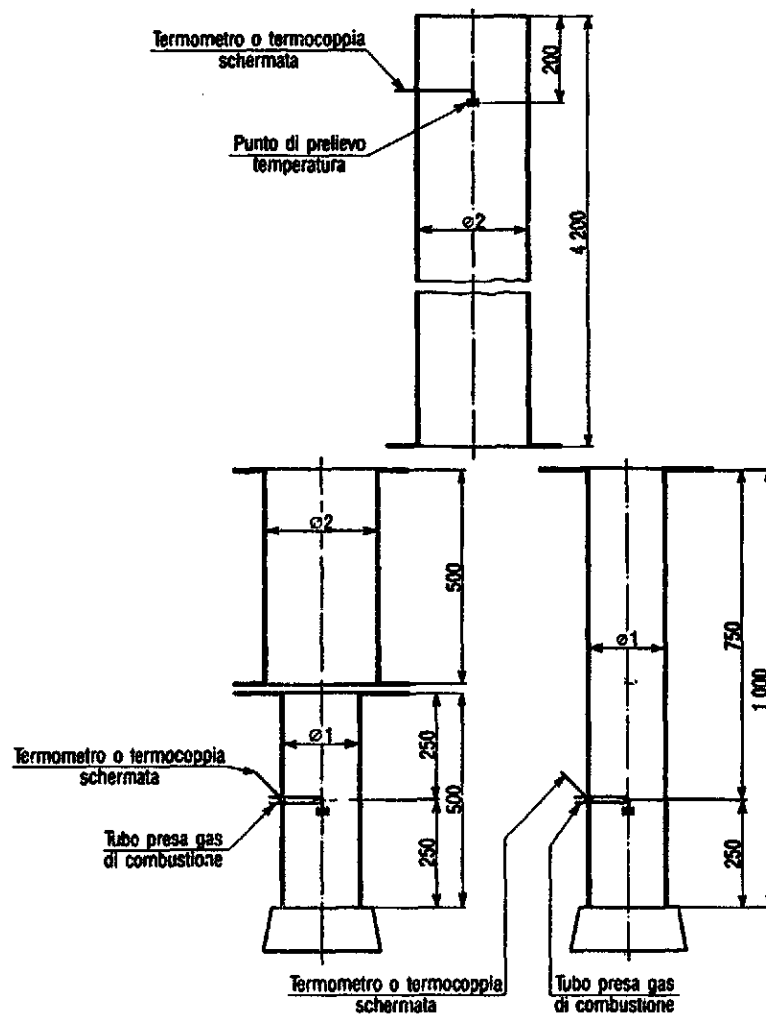
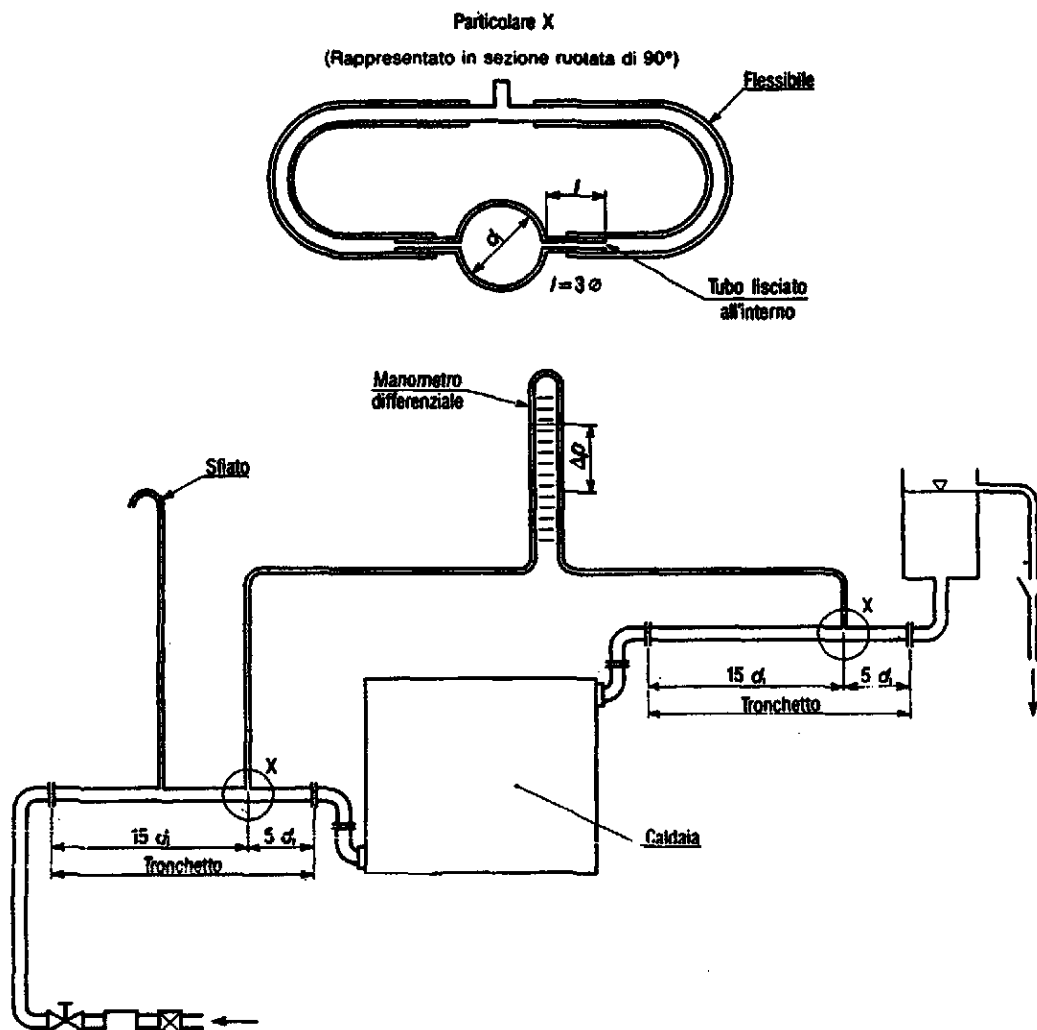



Fig. 8 — Schema del dispositivo per la prova di controllo della condensazione

5.8. Resistenza idraulica per caldaie senza circolatore — Curva caratteristica portata/prevalenza residua per caldaie con circolatore incorporato

La curva di resistenza idraulica di una caldaia o la curva portata/prevalenza residua (misurata in millibar) deve essere costruita per punti nel campo di portate d'acqua dichiarate dal costruttore.
I rilievi sono fatti con acqua a temperatura ambiente.
Il banco di prova è rappresentato nella fig. 9. Prima o dopo la prova, i due tronchetti di misura devono essere raccordati direttamente tra di loro per determinare la loro resistenza intrinseca per i diversi valori di portata.

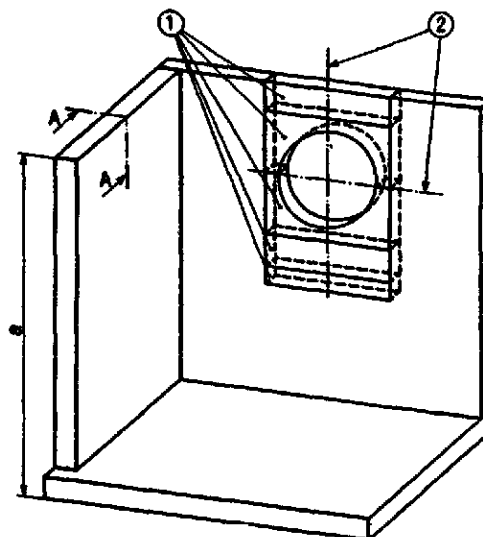
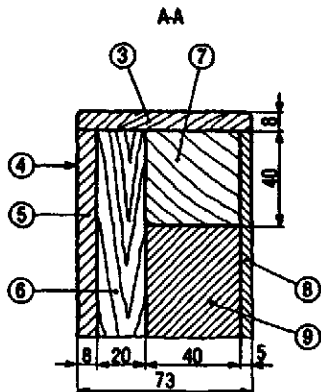
(segue)

Fig. 9 — Schema del dispositivo per la determinazione della resistenza idraulica

5.9. Limiti di temperatura dei dispositivi di manovra, di regolazione e di sicurezza, delle manopole di comando e parti suscettibili di essere toccate

La prova deve essere effettuata con il gas di riferimento alla portata termica nominale.
Le temperature vengono misurate con apparecchio a regime (con termostato in posizione di massimo) mediante termocoppia a contatto o sistemi equivalenti.

5.10. Limiti di temperatura del pavimento e delle pareti circostanti

La caldaia deve essere installata sul triedro di prova indicato in fig. 10, la cui superficie interna è verniciata con pittura nera opaca. In ciascun pannello devono essere incorporate termocoppie al centro di quadrati di 100 mm di lato. Tali termocoppie penetrano nel pannello attraverso il piano posteriore rispetto alla caldaia, in maniera che le saldature si trovino a 3 mm dalla superficie rivolta verso la caldaia.
Per effettuare la prova, la caldaia deve essere posta a contatto con i pannelli di prova, a meno che vengano fornite indicazioni diverse da parte del costuttore sul libretto di istruzioni.
In nessun caso la distanza massima tra i pannelli di prova e le pareti della caldaia deve essere maggiore di 200 mm, misurati a partire dalla parte dell'apparecchio più vicina alla parete. Il pannello laterale deve essere situato sul lato dell'apparecchio dove si riscontrano le temperature più elevate.
Per le caldaie per le quali il costruttore indica la possibilità di installazione sotto scaffalature o simili, per l'effettuazione delle prove sopraindicate deve essere posto un pannello appropriato al disopra della caldaia, alla distanza minima indicata nelle istruzioni per l'installazione.
Tutte le misure di temperatura devono essere effettuate quando si raggiunge lo stato di equilibrio.
La temperatura ambiente deve essere misurata per mezzo di un termometro protetto contro apporti parassiti di calore, posto ad un'altezza di 1,50 m dal pavimento e ad una distanza minima dall'apparecchio di 3 m.

(segue)

1. Dispositivo per il raccordo
2. Assi del tubo di scarico
3. Rivestimento di legno
4. Faccia rivolta verso il generatore di calore
5. Lastra di amianto-cemento lisciata all'interno
6. Legno
7. Rinforzo di legno
8. Pannello di fibre di legno
9. Riempimento di lana di vetro o di roccia
10. Legno
11. Lastra di amianto-cemento lisciata all'interno
12. Lastra di alluminio

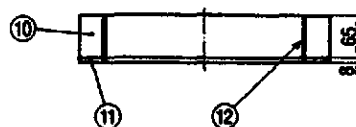
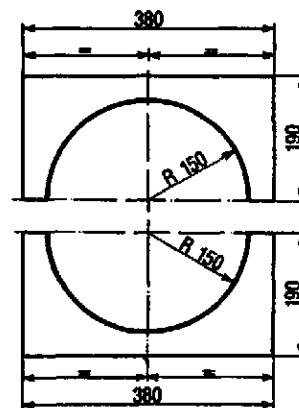
a Altezza dell'apparecchio + 500 mm min.

Particolare del dispositivo
per il passaggio del tubo di scarico

Fig. 10 — Triedro di prova

(segue)

6. Targa ed istruzioni

6.1. Targa

Ciascun apparecchio deve portare, in posizione visibile, anche dopo essere stato installato, eventualmente dopo rimozione del mantello, una targa metallica inamovibile sulla quale siano indicati in caratteri indelebili:

- il nome del costruttore e/o marca depositata;
- il numero di matricola e l'anno di fabbricazione (o sigla equivalente);
- la designazione commerciale;
- la classificazione — categoria, temperatura massima dell'acqua in gradi centigradi, pressione massima dell'acqua in bar, il tipo di circolazione (naturale o forzata);
- la portata termica. Nel caso di caldaie con portata termica ridotta deve essere riportato in targa anche il valore corrispondente;
- la potenza termica nominale. Nel caso di caldaie con potenza termica ridotta deve essere riportato in targa anche il valore corrispondente.

I valori di potenza devono essere espressi in kilowatt. È facoltà del costruttore di indicare i corrispondenti valori in kilocalorie all'ora.
All'atto della consegna all'utente, l'apparecchio deve portare l'indicazione della natura del gas ed il valore della pressione per il quale è regolato.
La fornitura di parti destinate all'adattamento dell'apparecchio ad un altro tipo di gas o ad un'altra pressione di funzionamento deve essere accompagnata da una etichetta autoadesiva da applicare all'apparecchio; l'etichetta deve indicare il tipo di gas e la pressione per i quali l'apparecchio deve essere regolato.
L'apparecchio deve inoltre essere corredato di tutte le indicazioni utili concernenti l'apparecchiatura elettrica, se esiste, con particolare riguardo al tipo, alla tensione di alimentazione ed alla potenza installata.
Tutte le indicazioni devono essere redatte in lingua italiana.

6.2. Istruzioni

Ogni apparecchio deve essere corredato di istruzioni per il suo uso corretto, per l'installazione e la manutenzione, redatte in lingua italiana.

6.2.1. Istruzioni per l'impiego

Le istruzioni per l'impiego, destinate all'utente, devono contenere tutte le indicazioni necessarie affinché l'apparecchio possa essere utilizzato con sicurezza. In particolare devono essere dettagliate le manovre che assicurano il funzionamento normale delle caldaie e quindi le manovre di accensione, di spegnimento e di regolazione.
Le istruzioni devono inoltre evidenziare sia l'esigenza di interventi periodici di pulizia e di manutenzione, sia le precauzioni per la prevenzione dei danni provocati dal gelo.
Devono infine sottolineare la necessità di ricorrere a tecnici qualificati per l'installazione dell'apparecchio e per gli interventi periodici di pulizia e di manutenzione nonché per l'eventuale adattamento all'impiego di altri gas.

6.2.2. Istruzioni per l'installazione e la manutenzione

Le istruzioni tecniche per l'installazione e la manutenzione, destinate all'installatore, devono fornire adeguate informazioni circa la corretta messa in opera dell'apparecchio secondo le norme in vigore, il montaggio del dispositivo rompitiraggio (nei casi in cui non venga fornito già montato nella caldaia), la portata del bruciatore in metri cubi all'ora, in funzione del gas di riferimento per la categoria di appartenenza dell'apparecchio (in kilogrammi all'ora per il gas di riferimento G 30 per gli apparecchi di III categoria), il valore della pressione del gas in millibar a valle del regolatore, se esistente, alla portata termica nominale; per le caldaie a potenza regolabile devono essere fornite le indicazioni necessarie per rendere possibile la correlazione tra la pressione esistente a valle del regolatore di pressione, se esistente, e la portata termica del bruciatore.
Le istruzioni tecniche devono inoltre specificare le manovre degli organi di regolazione, lo schema di collegamento del termostato ambiente, le modalità per lo svuotamento della caldaia, la obbligatorietà del collegamento alla presa di terra (vedere CEI 11 — 8); devono inoltre contenere adeguate direttive per effettuare la pulizia della caldaia, indicazioni circa la minima distanza di installazione dalle pareti circostanti e le eventuali precauzioni da adottare per evitare il surriscaldamento delle stesse.
Dovranno inoltre essere chiaramente fornite indicazioni circa le operazioni e le regolazioni da effettuare per la conversione del funzionamento, da una famiglia di gas ad un'altra, e, per quanto riguarda gli ugelli, i riferimenti previsti per ciascuno dei gas utilizzati. In alternativa, tali indicazioni possono essere fornite a corredo dei componenti da impiegare per la conversione del funzionamento dell'apparecchio da una famiglia di gas ad un'altra.
Per le caldaie corredate di pompa dell'acqua, deve essere fornito il diagramma della prevalenza residua in funzione della portata d'acqua; per le caldaie non munite di pompa, deve essere indicata la perdita di carico all'interno della caldaia alle differenti portate.
Le istruzioni tecniche devono infine richiamare le norme di installazione vigenti, comprese quelle riguardanti il collegamento alla canna fumaria e quelle relative alla ventilazione dei locali che contengono apparecchi a gas.

Caldaie ad acqua funzionanti a gas con bruciatore atmosferico
Prescrizioni di sicurezza

(UNI 7271)

Studio del progetto — **Comitato "Norme per caldaie a gas" del CIG** (Comitato Italiano Gas, federato all'UNI — Milano, viale Brenta, 27/29), riunioni negli anni dal 1982 al 1985.

Approvazione per l'inchiesta — **Consiglio di Presidenza del CIG**, riunione del 4 lug. 1985.

Pubblicazione dell'inchiesta — Ago. 1985.

Esame ed approvazione — **Consiglio di Presidenza del CIG**, riunione dell'1 lug. 1986.

Esame finale ed approvazione — **Presidente della Commissione Centrale Tecnica dell'UNI**, per delega della stessa il 10 giu. 1986.

Ratifica — **Presidente dell'UNI**, delibera del 17 feb. 1988..

La presente norma ha validità dal 1° apr. 1988; essa sostituisce la precedente edizione del dic. 1973, la cui applicazione è tollerata fino al 30 set. 1989.

La pubblicazione della presente norma avviene con la partecipazione finanziaria dei Soci, dell'Industria, dei Ministeri e del CNR.

CDU 662.951.2 Norma italiana Aprile 1988

CIG	Bruciatori di gas ad aria soffiata Prescrizioni di sicurezza	UNI 8042

Air forced burners — Safety requirements

Edizioni precedenti giu 1980 dic 1985

UNI - ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE 20123 MILANO piazza A. Diaz, 2

Varianti rispetto all'edizione precedente
Modifiche al contenuto della norma ai fini di un aggiornamento e modifiche redazionali. Soppressione dell'appendice A.

SOMMARIO

(segue)

Gr 15

1. Generalità

1.1. Scopo

La presente norma contiene le prescrizioni riguardanti la costruzione, ai fini della sicurezza, dei bruciatori di gas ad aria soffiata (in seguito denominati bruciatori) alimentati con gas di rete e dei bruciatori misti o combinati, per la parte afferente il gas. Inoltre, nelle appendici B e C, dà le prescrizioni riguardanti rispettivamente i dispositivi di comando e controllo dei bruciatori ed i dispositivi per la prevenzione delle fughe interne di gas, nonché le modalità e le tecniche di prova per verificare tali caratteristiche.
Nell'installazione dei bruciatori e dei suddetti dispositivi gli installatori devono attenersi alle norme legislative e norme nazionali in materia.

1.2. Campo di applicazione

La presente norma si riferisce a tutti i bruciatori automatici, compresi quelli misti e combinati, ai dispositivi di comando e controllo ed ai dispositivi automatici degli stessi, nonché ai dispositivi per la prevenzione delle fughe interne di gas e installati, in locali chiusi, su impianti di riscaldamento e/o condizionamento domestici e similari.
La presente norma non riguarda i bruciatori semiautomatici e quelli installati su forni o caldaie inseriti in cicli di lavorazioni industriali e quelli installati all'aperto e/o funzionanti sotto battente liquido.

1.3. Condizioni di riferimento

Le condizioni di riferimento sono:

— temperatura del gas secco all'ingresso del bruciatore: 15 °C;
— pressione atmosferica: 1 013 mbar;
— temperatura ambiente convenzionale: 25 °C;
— tensione: 220 V;
— frequenza: 50 Hz.

2. Classificazione

I bruciatori si classificano secondo:

— il tipo di gas utilizzato;
— il tipo di miscelazione aria-gas;
— il tipo di funzionamento;
— il tipo di costruzione;
— il tipo di pressurizzazione;
— il tipo di pressione del gas di alimentazione.

(segue)

2.1. Tipo di gas utilizzato

In base al tipo di gas utilizzato i bruciatori si suddividono in categorie seguendo la classificazione dei gas.

2.1.1. Classificazione dei gas

I gas combustibili si classificano in tre famiglie in funzione dell'indice di Wobbe riferito al potere calorifico inferiore W_i, alla pressione di 1 013 mbar e alla temperatura di 0 °C.

Prima famiglia gas manufatturati
Indice di Wobbe W_i compreso fra 21,5 e 28,7 MJ/m³ (5 130 e 6 850 kcal/m³).

Seconda famiglia[1] gas naturali (gruppo H)
Indice di Wobbe W_i compreso fra 43,4 e 52,4 MJ/m³ (10 370 e 12 520 kcal/m³).

Terza famiglia gas di petrolio liquefatto
Indice di Wobbe W_i compreso fra 72,0 e 85,3 MJ/m³ (17 200 e 20 380 kcal/m³).

2.1.2. Classificazione degli apparecchi

Gli apparecchi sono classificati secondo il tipo e il numero di gas utilizzati.

2.1.2.1. Categoria I

Questa categoria comprende gli apparecchi che utilizzano i gas di una sola famiglia o eventualmente di un solo gruppo:

— categoria I_{2H} : apparecchi che utilizzano i gas del gruppo H della seconda famiglia;
— categoria I_3 : apparecchi che utilizzano i gas della terza famiglia (propano e butano).

2.1.2.2. Categoria II

Questa categoria comprende gli apparecchi che utilizzano i gas di due famiglie:

— categoria II_{12H}: apparecchi che possono utilizzare i gas della prima famiglia e quelli del gruppo H della seconda famiglia;
— categoria II_{2H3}: apparecchi che possono utilizzare i gas del gruppo H della seconda famiglia e quelli della terza famiglia.

2.1.2.3. Categoria III

Questa categoria comprende gli apparecchi che utilizzano i gas delle tre famiglie, cioè apparecchi che possono utilizzare i gas sia della prima famiglia, sia del gruppo H della seconda famiglia, sia della terza famiglia.

2.2. Tipo di miscelazione aria-gas

In base al tipo di miscelazione aria-gas i bruciatori si classificano come segue.

2.2.1. Bruciatore a postmiscelazione

Apparecchio nel quale la miscelazione aria-gas avviene totalmente a livello della zona di combustione.

2.2.2. Bruciatore a premiscelazione

Apparecchio nel quale la miscelazione aria-gas avviene a monte della zona di combustione.

(segue)

1) La seconda famiglia comprende, oltre il gruppo H, il gruppo L che ha un indice di Wobbe compreso fra 37,1 e 42,7 MJ/m³ (8 870 e 10 200 kcal/m³).

2.3. Tipo di funzionamento

In base al funzionamento i bruciatori si classificano:

— in servizio continuo quando rimangono sempre in funzione;

— in servizio intermittente quando interrompono il funzionamento almeno una volta ogni 24 h.

Entrambi i tipi di bruciatori possono essere classificati monostadio, multistadio o modulanti.
Nel caso di bruciatori multistadio o modulanti è necessario un dispositivo di regolazione dell'attuatore della serranda dell'aria, dalla cui posizione dipenda l'apertura della elettrovalvola di regolazione o dell'organo di regolazione della portata del gas. Nel caso in cui la serranda dell'aria all'avviamento non abbia la stessa posizione che assume durante il funzionamento a portata nominale, l'elettrovalvola di regolazione od in alternativa l'organo di regolazione della portata del gas debbono essere azionati in dipendenza funzionale dell'organo di regolazione della serranda dell'aria in modo da rispettare quanto prescritto al punto 5.3.3.2.
Secondo la loro classificazione i bruciatori hanno le caratteristiche seguenti.

2.3.1. Bruciatore monostadio

Apparecchio previsto per il funzionamento ad un unico stadio di alimentazione; di conseguenza la portata del gas e dell'aria comburente non vengono variate automaticamente durante il funzionamento del bruciatore.

2.3.2. Bruciatore multistadio

Apparecchio previsto per il funzionamento a due o più stadi di alimentazione; la commutazione da uno stadio all'altro può avvenire automaticamente o manualmente.
La potenza termica del primo stadio, per i bruciatori a più di due stadi, non deve essere minore di $1/n$ della potenza termica nominale del bruciatore, dove n è il numero degli stadi.

2.3.3. Bruciatore modulante

Apparecchio previsto per il funzionamento con alimentazione variabile automaticamente in modo continuo almeno tra il 30 ed il 100% della potenza termica nominale del bruciatore.

2.4. Tipo di costruzione

In base al tipo di costruzione i bruciatori si classificano come segue.

2.4.1. Bruciatore monoblocco

Apparecchio in cui il ventilatore dell'aria fa parte integrante del bruciatore.

2.4.2. Bruciatore ad alimentazioni separate

Apparecchio in cui il ventilatore dell'aria è staccato dal bruciatore.

2.5. Tipo di pressurizzazione

In base alle condizioni di pressurizzazione i bruciatori si classificano come segue.

2.5.1. Bruciatore per focolare pressurizzato

Apparecchio adatto a realizzare il processo di combustione in condizioni di pressione relativa positiva della camera di combustione.

2.5.2. Bruciatore per focolare non pressurizzato

Apparecchio adatto a realizzare il processo di combustione in condizione di pressione relativa nulla o negativa della camera di combustione.

(segue)

2.6. Tipo di pressione del gas di alimentazione

In base alla pressione del gas di alimentazione i bruciatori si classificano come segue.

2.6.1. Bruciatore per bassa pressione

Apparecchio realizzato per funzionare con una pressione di alimentazione $p \leq 40$ mbar.

2.6.2. Bruciatore per alta pressione

Apparecchio realizzato per funzionare con una pressione di alimentazione 40 mbar $< p \leq 500$ mbar. Tali apparecchi possono essere installati in impianti ad uso civile solamente nei casi in cui sussistono le condizioni di sicurezza disposte dal Ministero dell'Interno.

3. Condizioni di adattabilità

Secondo la categoria di appartenenza le sole operazioni e regolazioni, consentite per passare da un gas di un gruppo o di una famiglia ad un gas di un altro gruppo o di un'altra famiglia e/o adattarsi alle differenti pressioni di distribuzione di un gas, sono indicate qui di seguito. In ogni caso le condizioni di adattabilità si ritengono lecite solamente se il nuovo campo di lavoro del bruciatore risulta maggiore od uguale a quello che si aveva prima dell'adattamento ad altro tipo di gas.
È raccomandato che queste operazioni si possano eseguire senza spostare il bruciatore.

3.1. Categoria I

3.1.1. Categoria I_{2H}

Nessun intervento sui bruciatori.

3.1.2. Categoria I_3

Occorrono le seguenti regolazioni:

— regolazione della portata del gas con sostituzione di ugelli o per mezzo del regolatore di pressione del gas;
— regolazione della portata dell'aria comburente.

3.2. Categoria II

3.2.1. Categoria II_{12H}

Occorrono le seguenti regolazioni:

— regolazione della portata del gas anche con sostituzione di ugelli e/o dispositivi di taratura del regolatore di pressione[2];
— regolazione della portata dell'aria comburente;
— regolazione della portata della fiamma d'avviamento per azione sia di un organo di regolazione, sia per sostituzione di ugelli.

3.2.2. Categoria II_{2H3}

Occorrono le seguenti regolazioni:

— regolazione della portata del gas anche con sostituzione di ugelli e/o dispositivi di taratura del regolatore di pressione;
— regolazione della portata dell'aria comburente;
— regolazione della portata della fiamma d'avviamento sia per operazioni su di un organo di regolazione, sia per sostituzione di ugelli.

(segue)

2) I regolatori di pressione devono essere corredati anche dai dispositivi di taratura necessari per regolare i valori di pressione entro il campo ammesso dalle norme in vigore.

3.3. Categoria III

Occorrono le seguenti regolazioni:

- regolazione della portata del gas anche con sostituzione di ugelli e/o dispositivi di taratura del regolatore di pressione;
- regolazione della portata dell'aria comburente;
- regolazione della portata della fiamma di avviamento sia per operazioni su di un organo di regolazione, sia per sostituzione di ugelli.

4. Caratteristiche costruttive

4.1. Materiali

I materiali impiegati per la costruzione dei bruciatori e dei loro accessori, oltre ad essere conformi alle norme vigenti, devono avere spessori sufficienti e qualità soddisfacenti per resistere alle sollecitazioni meccaniche, termiche e chimiche alle quali si troveranno di regola sottoposti.
La costruzione dei bruciatori deve essere tale che le caratteristiche di funzionamento siano sempre regolari e che nessuna deformazione e nessun deterioramento degli elementi che costituiscono il bruciatore ed i suoi accessori possa prodursi nelle normali condizioni di trasporto, immagazzinamento, utilizzazione, regolazione e manutenzione.
I vari elementi non devono deformarsi nè deteriorarsi per effetto del riscaldamento.
I materiali che vengono a contatto con il gas non devono essere alterati dall'azione chimica di questo.
I materiali utilizzati per la realizzazione delle parti che sono direttamente a contatto con i prodotti della combustione devono resistere all'azione corrosiva di questi prodotti.
Tutti i materiali utilizzati per rivestimento, per lubrificazione, per guarnizione, che durante l'uso del bruciatore vengono a trovarsi a contatto del gas, devono resistere all'azione degli idrocarburi.
Si verificano queste attitudini mediante la totalità delle prove.

4.2. Collegamenti

4.2.1. Collegamento bruciatore

Il bruciatore deve essere fissato rigidamente all'apparecchio di utilizzazione.

4.2.2. Collegamento gas

L'attacco del circuito gas al bruciatore deve essere realizzato o tramite flangia PN 16 (UNI 2223) o con raccordo filettato UNI ISO 7/1 e UNI ISO 228/1).
Il collegamento dell'impianto interno al circuito gas deve essere realizzato in modo rigido, con l'interposizione di un giunto di dilatazione metallico con attacco a flangia o con raccordo filettato.

4.2.3. Collegamento aria

Il collegamento delle tubazioni dell'aria, per i bruciatori ad alimentazione separata, può essere realizzato con tubazione rigida e giunto elastico oppure con tubazione flessibile.

4.3. Testa di combustione

La costruzione della testa di combustione deve essere realizzata con un riferimento fisso, atto a poter stabilire la sua esatta posizione di funzionamento al fine di consentire la ripetibilità delle prove.

4.4. Manutenzione

Tutti gli organi componenti il bruciatore e le apparecchiature di regolazione devono avere un accesso agevole ed inoltre devono poter essere smontati facilmente e rimontati in posizione corretta; queste operazioni si devono poter effettuare con utensili comuni o di dotazione del bruciatore.
Per una facile manutenzione si deve tener conto che è necessario consentire un'agevole accessibilità al motore elettrico, al ventilatore dell'aria, alle apparecchiature di controllo di fiamma di accensione, ai cablaggi vari ed agli organi di regolazione dell'aria, del gas e procedere alla sostituzione delle apparecchiature di controllo di fiamma e accensione, di premiscelazione aria-gas.

(segue)

4.5. Tenuta

4.5.1. Tenuta del circuito gas

Nella linea di alimentazione del gas al bruciatore non devono trovarsi fori per viti, copiglie, ecc. destinati al montaggio dei pezzi.
La tenuta dei dispositivi di chiusura e dei pezzi filettati, sistemati sul circuito del gas, deve poter essere garantita anche dopo lo smontaggio e il rimontaggio.
Per le giunzioni filettate devono essere usati materiali che assicurino la tenuta sul filetto.
Per le giunzioni saldate non si deve impiegare un materiale di apporto con punto di fusione minore di 450 °C.

4.5.2. Tenuta del circuito aria

Nei bruciatori ad alimentazione separata la tenuta del circuito aria deve essere tale che nelle condizioni normali di utilizzazione venga assicurata la continuità della tenuta.

4.6. Caratteristiche speciali

4.6.1. Rubinetto di intercettazione

La linea di alimentazione del gas deve essere corredata di un rubinetto a manovra rapida con garanzia di tenuta a 1 bar, ubicato a monte di tutti i dispositivi di controllo e sicurezza, la cui perdita di carico, alla portata nominale del bruciatore, non superi 0,5 mbar.

4.6.2. Filtro gas

La linea di alimentazione del gas deve essere provvista di un filtro idoneo a garantire la filtrazione di particelle con diametro maggiore di 50 µm. La perdita di carico, alla portata nominale del bruciatore, per i bruciatori per bassa pressione deve essere minore di 1 mbar e per i bruciatori per alta pressione minore di 12 mbar.

4.6.3. Regolatori di pressione

La linea di alimentazione del gas a servizio di bruciatori per bassa pressione deve essere provvista di regolatore di pressione.
Tutti i regolatori di pressione devono avere un attacco per consentire lo sfiato in atmosfera con diametro interno minimo di 10 mm protetto allo sbocco con rete metallica tagliafiamma.
L'estremità di sbocco deve essere posta all'aperto a una distanza non minore di 1,5 m da qualsiasi apertura o presa d'aria. I regolatori provvisti di doppia membrana resistenti ai gas delle 3 famiglie non devono essere raccordati ad alcuna tubazione di sfiato.

4.6.4. Sezione di passaggio aria

Ogni bruciatore deve essere costruito in modo tale che la regolazione della portata d'aria comburente possa essere effettuata solo con l'ausilio di un utensile comune o di dotazione del bruciatore.
Il dispositivo di regolazione della portata dell'aria deve essere realizzato in modo tale da consentire durante il funzionamento del bruciatore una luce libera non minore di 1 mm.

4.7. Prese di pressione

4.7.1. Prese di pressione gas

La linea di alimentazione del gas deve essere munita di almeno 3 prese di pressione statica, con diametro esterno nel punto più largo uguale a 9 mm e tale da consentire il raccordo con un tubo di gomma, così dislocate:

- a monte del filtro;
- a valle di ogni regolatore di pressione;
- a valle delle apparecchiature di sicurezza, di regolazione e prima dell'ingresso del gas nella testa di combustione.

4.7.2. Prese di pressione aria

Tutti i bruciatori devono essere muniti di una presa di pressione statica di diametro esterno nel punto più largo uguale a 9 mm e tale da consentire il raccordo con un tubo di gomma; i bruciatori ad alimentazione separata devono inoltre avere una presa di pressione statica con diametro esterno di 9 mm, ubicata all'ingresso della tubazione aria nel bruciatore, a monte del giunto elastico.

(segue)

4.8. Apparecchiature di sicurezza e controllo della pressione del gas e dell'aria

4.8.1. Bruciatori per bassa pressione con potenza termica nominale $Q_n \leq 350$ kW

Questi bruciatori devono essere provvisti di:

- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato).

4.8.2. Bruciatori per bassa pressione con potenza termica nominale $Q_n > 350$ kW

Questi bruciatori devono essere provvisti di:

- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato).

4.8.3. Bruciatori per alta pressione

Tutti i bruciatori per alta pressione devono essere provvisti di:

- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato).

4.9. Apparecchiature di sicurezza e controllo sulle linee di alimentazione del gas e dell'aria

Tutti i bruciatori, in sede di installazione, oltre al dispositivo di intercettazione manuale collocato all'esterno dell'edificio in posizione facilmente e sicuramente raggiungibile, devono essere provvisti di dispositivi di controllo e sicurezza come di seguito esposto.

4.9.1. Bruciatori per bassa pressione

4.9.1.1. Bruciatori con potenza termica nominale $Q_n \leq 100$ kW

Devono essere provvisti di:

- un rubinetto di intercettazione;
- un giunto antivibrante;
- tre prese di pressione gas;
- una presa di pressione aria;
- un filtro gas;
- un regolatore di pressione gas;
- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
- una elettrovalvola di sicurezza classe A tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- un eventuale organo di regolazione della portata gas che può far parte della elettrovalvola;
- una griglia o rete di protezione o altro dispositivo nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
- una sérranda di regolazione aria.

Per l'ubicazione dei vari organi menzionati e per le caratteristiche di funzionamento, vedere lo schema esemplificativo di installazione illustrato nella fig. 1.

(segue)

1. Rubinetto di intercettazione
2. Giunto antivibrante
3. Presa pressione gas per la misura della pressione
4. Presa pressione aria
5. Filtro gas
6. Regolatore pressione gas
7. Organo di controllo della minima pressione gas
8. Organo di sicurezza della minima pressione aria
9. Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s
10. Eventuale organo di regolazione della portata gas
11. Griglia o rete di protezione o altro dispositivo che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm
12. Serranda di regolazione aria in relazione funzionale con l'elettrovalvola 9
13. Ventilatore aria
14. Testa di combustione

Fig. 1 — Schema esemplificativo di installazione di un bruciatore per bassa pressione di potenza termica nominale $Q_n \leq 100$ kW

4.9.1.2. Bruciatori con potenza termica nominale 100 kW $< Q_n \leq 350$ kW

Devono essere provvisti di:

— un rubinetto di intercettazione;
— un giunto antivibrante;
— tre prese di pressione gas;
— una presa di pressione aria;
— un filtro gas;
— un regolatore di pressione gas;
— un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
— un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
— una elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
— una elettrovalvola di regolazione classe A o B. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
— un eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas;
— un dispositivo di regolazione manuale o un regolatore automatico di portata gas che può far parte della elettrovalvola di regolazione. L'organo di regolazione di portata gas può essere azionato anche da un attuatore separato dalla elettrovalvola di regolazione nel qual caso deve essere azionato in dipendenza funzionale del dispositivo di regolazione della serranda dell'aria in modo da rispettare quanto prescritto in 5.3.3.2.

(segue)

- una griglia o rete di protezione o altro dispositivo nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
- una serranda di regolazione aria;
- una elettrovalvola di sfiato in atmosfera classe A o B aperta a bruciatore fermo oppure un dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas.

Per l'ubicazione dei vari organi menzionati e per le caratteristiche di funzionamento, vedere lo schema esemplificativo di installazione illustrato in fig. 2a e quello della fig. 2b per bruciatori con circuito pilota.

(1) Rubinetto di intercettazione
(2) Giunto antivibrante
(3) Presa pressione gas per la misura della pressione
(4) Presa pressione aria
(5) Filtro gas
(6) Regolatore pressione gas
(7) Organo di controllo della minima pressione gas
(8) Organo di sicurezza della minima pressione aria
(9) Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s
(10) Elettrovalvola di regolazione classe A o B con organo di regolazione di portata gas incorporato. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s. Potenza di avviamento compresa fra il 10% ed il 40% della potenza termica nominale
(11) Eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas
(12) Griglia o rete di protezione o altro dispositivo che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm
(13) Serranda di regolazione aria, in relazione funzionale con la elettrovalvola 10
(14) Ventilatore aria
(15) Testa di combustione
(16) Elettrovalvola di sfiato in atmosfera, classe A o B aperta a bruciatore fermo

Fig. 2a — I schema esemplificativo di installazione di un bruciatore per bassa pressione di potenza termica nominale 100 kW < $Q_n \leq$ 350 kW

(segue)

1 Rubinetto di intercettazione

2 Giunto antivibrante

3 Presa pressione gas per la misura della pressione

4 Presa pressione aria

5 Filtro gas

6 Regolatore pressione gas

7 Organo di controllo della minima pressione gas

8 Organo di sicurezza della minima pressione aria

9 Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $T_c \leq 1$ s

10 Elettrovalvola di regolazione classe A o B con organo di regolazione portata gas incorporato. Tempo di chiusura $T_c \leq 1$ s

11 Elettrovalvola di regolazione classe A o B. Tempo di chiusura $T_c \leq 1$ s. Potenza di avviamento compresa fra il 10% ed il 40% della potenza termica nominale

12 Eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas

13 Griglia o rete di protezione o altro dispositivo che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm

14 Serranda di regolazione aria, in relazione funzionale con la elettrovalvola 10

15 Ventilatore aria

16 Testa di combustione

17 Eventuale bruciatore pilota

18 Elettrovalvola di sfiato in atmosfera, classe A o B, aperta a bruciatore fermo

Fig. 2b — Il schema esemplificativo di installazione di un bruciatore per bassa pressione di potenza termica nominale 100 kW < $Q_n \leq$ 350 kW

(segue)

4.9.1.3. Bruciatori con potenza termica nominale 350 kW < $Q_n \leq$ 2 000 kW

Devono essere provvisti di:

- un rubinetto di intercettazione;
- un giunto antivibrante;
- tre prese di pressione gas;
- una presa di pressione aria;
- un filtro gas;
- un regolatore di pressione gas;
- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
- una elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- una elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stadi classe A, oppure una elettrovalvola di sicurezza classe A e un organo di regolazione della portata del gas asservito alla serranda di regolazione dell'aria. In quest'ultimo caso il consenso all'accensione deve essere dato con l'organo di regolazione della portata del gas in posizione di avviamento e nel caso invece sia previsto il circuito gas pilota, con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di chiuso ed anche con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito gas pilota in posizione di avviamento;
- un eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas;
- un dispositivo di regolazione manuale o un regolatore automatico di portata gas che può far parte della elettrovalvola di regolazione. L'organo di regolazione di portata gas può essere azionato anche da un attuatore separato dalla elettrovalvola di regolazione nel qual caso deve essere azionato in dipendenza funzionale del dispositivo di regolazione della serranda dell'aria in modo da rispettare quanto prescritto in 5.3.3.2;
- una griglia o rete di protezione o altro dispositivo nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
- una serranda di regolazione aria;
- un dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas.

Per l'ubicazione dei vari organi menzionati e per le caratteristiche di funzionamento vedere lo schema esemplificativo di installazione illustrato in fig. 3a e quello di fig. 3b per bruciatori con circuito pilota.

(segue)

(1) Rubinetto di intercettazione

(2) Giunto antivibrante

(3) Presa pressione gas per la misura della pressione

(4) Presa pressione aria

(5) Filtro gas

(6) Regolatore pressione gas

(7) Organo di controllo della minima pressione gas

(8) Organo di controllo della massima pressione gas

(9) Organo di sicurezza della minima pressione aria

(10) Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

(11) Elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stadi classe A con organo di regolazione della portata gas incorporato. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s. Potenza di avviamento compresa fra il 10% ed il 40% della potenza termica nominale

(12) Eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas

(13) Griglia o rete di protezione o altro dispositivo che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm

(14) Serranda di regolazione aria, in relazione funzionale con la elettrovalvola 11

(15) Ventilatore aria

(16) Testa di combustione

(17) Dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas

Fig. 3a — I schema esemplificativo di installazione di un bruciatore per bassa pressione di potenza termica nominale 350 kW < $Q_n \leq$ 2 000 kW

(segue)

(1) Rubinetto di intercettazione

(2) Giunto antivibrante

(3) Presa pressione gas per la misura della pressione

(4) Presa pressione aria

(5) Filtro gas

(6) Regolatore pressione gas

(7) Organo di controllo della minima pressione gas

(8) Organo di controllo della massima pressione gas

(9) Organo di sicurezza della minima pressione aria

(10) Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

(11) Elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stati classe A con organo di regolazione della portata gas incorporato. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

(12) Elettrovalvola di regolazione classe A o B. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s. Potenza di avviamento compresa fra il 10% ed il 40 % della potenza termica nominale

(13) Eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas

(14) Griglia o rete di protezione o altro dispositivo che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm

(15) Serranda di regolazione aria, in relazione funzionale con la elettrovalvola 11

(16) Ventilatore aria

(17) Testa di combustione

(18) Eventuale bruciatore pilota

(19) Dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas

Fig. 3b — II schema esemplificativo di installazione di un bruciatore per bassa pressione di potenza termica nominale 350 kW $< Q_n \leq$ 2 000 kW

(segue)

4.9.1.4. Bruciatori con potenza termica nominale Q_n > 2 000 kW

I bruciatori con potenza termica nominale > 2 000 kW devono essere di tipo multistadio o modulante e devono essere provvisti di:

- un rubinetto di intercettazione;
- un giunto antivibrante;
- tre prese di pressione gas nel circuito principale e due nel circuito pilota, se previsto;
- una presa di pressione aria;
- un filtro gas;
- un regolatore di pressione gas nel circuito principale e uno nel circuito pilota, se previsto;
- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato) nel circuito principale ed uno nel circuito pilota, se previsto;
- un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato) nel circuito gas principale;
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
- una elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- una elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stadi classe A nel circuito principale, oppure una elettrovalvola di sicurezza classe A e un organo di regolazione della portata del gas, asservito alla serranda di regolazione dell'aria. In quest'ultimo caso il consenso all'accensione deve essere dato con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di avviamento e nel caso invece sia previsto il circuito gas pilota, con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di chiuso ed anche con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito gas pilota in posizione di avviamento;
- una elettrovalvola di sicurezza classe A nel circuito pilota, se previsto. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- una elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stadi classe A, nel circuito gas pilota, se previsto, oppure una elettrovalvola di sicurezza di classe A e un organo di regolazione della portata del gas asservito alla serranda di regolazione dell'aria. In quest'ultimo caso il consenso all'accensione deve essere dato con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito gas pilota in posizione di avviamento ed anche con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di chiuso;
- un eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas nel circuito principale ed uno nel circuito pilota, se previsto;
- un dispositivo di regolazione manuale o un regolatore automatico di portata gas che può far parte della elettrovalvola di regolazione. L'organo di regolazione di portata gas può essere azionato anche da un attuatore separato dalla elettrovalvola di regolazione nel qual caso deve essere azionato in dipendenza funzionale del dispositivo di regolazione della serranda dell'aria in modo da rispettare quanto prescritto al punto 5.3.3.2;
- una griglia o rete di protezione o altro dispositivo nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
- una serranda di regolazione aria;
- un dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas.

Nelle figure 4a e 4b sono riportati schemi esemplificativi di installazione dei vari organi menzionati nel caso in cui sia previsto un circuito pilota. Per i bruciatori senza circuito pilota vedere lo schema esemplificativo di fig. 3a.

(segue)

(1) Rubinetto di intercettazione

(2) Giunto antivibrante

(3) Presa pressione gas per la misura della pressione

(4) Presa pressione aria

(5) Filtro gas

(6) Regolatore pressione gas

(7) Organo di controllo della minima pressione gas

(8) Organo di controllo della massima pressione gas

(9) Organo di sicurezza della minima pressione aria

(10) Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

(11) Elettrovalvola di regolazione classe A con organo di regolazione della portata gas incorporato. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

(12) Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

(13) Elettrovalvola di regolazione classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s. Potenza di avviamento compreso fra il 10% ed il 40% della potenza termica nominale

(14) Eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas

(15) Griglia o rete di protezione o altro dispositivo che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm

(16) Serranda di regolazione aria, in relazione funzionale con la elettrovalvola 11

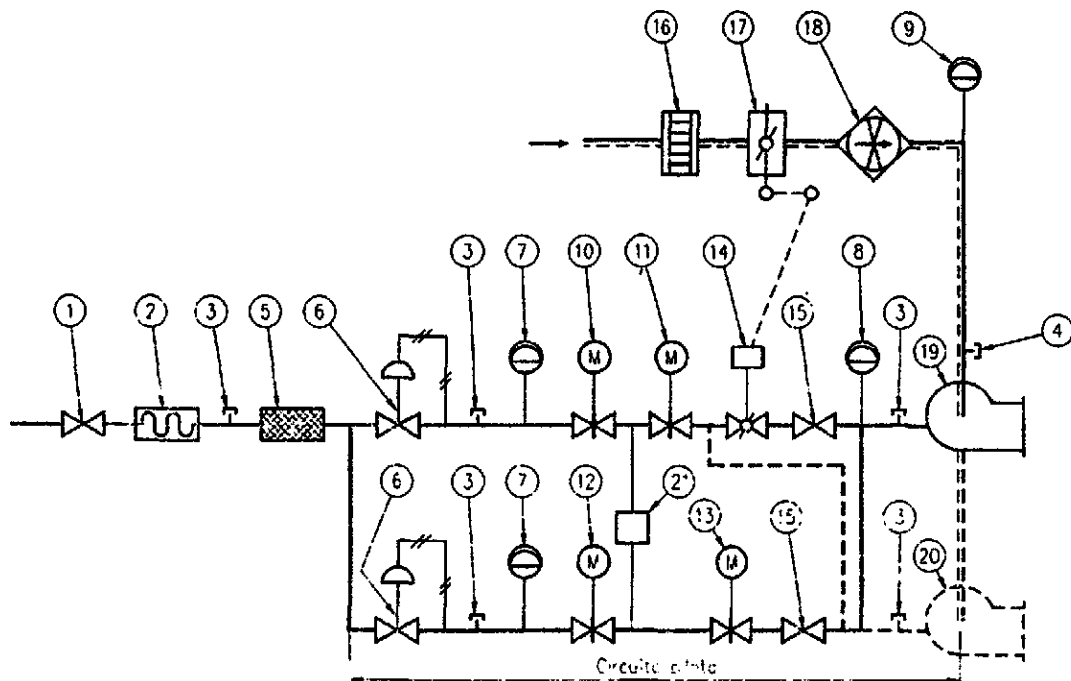
(17) Ventilatore aria

(18) Testa di combustione

(19) Eventuale bruciatore pilota

(20) Dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas

Fig. 4a — I schema esemplificativo di installazione di un bruciatore per bassa pressione di potenza termica nominale $Q_n > 2\,000$ kW

(segue

① Rubinetto di intercettazione

② Giunto antivibrante

③ Presa pressione gas per la misura della pressione

④ Presa pressione aria

⑤ Filtro gas

⑥ Regolatore pressione gas

⑦ Organo di controllo della minima pressione gas

⑧ Organo di controllo della massima pressione gas

⑨ Organo di sicurezza della minima pressione aria

⑩ Elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

⑪ Elettrovalvola di regolazione classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

⑫ Elettrovalvola di sisurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s

⑬ Elettrovalvola di regolazione classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s. Potenza di avviamento compresa fra il 10% ed il 40% della potenza termica nominale

⑭ Regolatore automatico di portata gas

⑮ Eventuale regolatore manuale di portata gas

⑯ Griglia o rete di protezione o altro dispositivo che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm

⑰ Serranda di regolazione aria, in relazione funzionale con il regolatore automatico di portata gas 14

⑱ Ventilatore aria

⑲ Testa di combustione

⑳ Eventuale bruciatore pilota

㉑ Dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas

La linea del circuito gas pilota può terminare nella testa di combustione oppure nel bruciatore pilota e a monte del regolatore automatico di portata gas 14.

Fig. 4b — Il schema esemplificativo di installazione di un bruciatore per bassa pressione di potenza termica nominale $Q_n > 2\,000$ kW

(segue)

4.9.2. Bruciatori per alta pressione

Premesso quanto è stato esposto in 2.6.2 sulla linea di alimentazione gas non devono essere installati i regolatori di pressione se gli stessi possono pregiudicare il corretto funzionamento del bruciatore. I requisiti minimi a cui devono rispondere i bruciatori sono i seguenti.

4.9.2.1. Bruciatori con potenza termica nominale $Q_n \leq 100$ kW

Devono essere provvisti di:
- un rubinetto di intercettazione;
- un giunto antivibrante;
- tre prese di pressione gas;
- una presa di pressione aria;
- un filtro gas;
- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
- una elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- una elettrovalvola di regolazione classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- un eventuale organo di regolazione della portata gas che può far parte della elettrovalvola;
- una griglia o rete di protezione o altro dispositivo, nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
- una serranda di regolazione aria.

4.9.2.2. Bruciatori con potenza termica nominale 100 kW $< Q_n \leq 350$ kW

Devono essere provvisti di:
- un rubinetto di intercettazione;
- un giunto antivibrante;
- tre prese di pressione gas;
- una presa di pressione aria;
- un filtro gas;
- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
- una elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- una elettrovalvola di regolazione classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
- un eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas;
- un dispositivo di regolazione manuale o un regolatore automatico di portata gas che può far parte della elettrovalvola di regolazione. L'organo di regolazione di portata gas può essere azionato anche da un attuatore separato dalla elettrovalvola di regolazione nel qual caso deve essere azionato in dipendenza funzionale del dispositivo di regolazione dalla serranda dell'aria in modo da rispettare quanto prescritto in 5.3.3.2;
- una griglia o rete di protezione o altro dispositivo, nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
- una serranda di regolazione aria;
- una elettrovalvola di sfiato in atmosfera, classe A, aperta a bruciatore fermo oppure un dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas.

4.9.2.3. Bruciatori con potenza termica nominale 350 kW $< Q_n \leq 2.000$ kW

Devono essere provvisti di:
- un rubinetto di intercettazione;
- un giunto antivibrante;
- tre prese di pressione gas;
- una presa di pressione aria;
- un filtro gas;
- un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato);
- un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato);

(segue)

— un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
— una elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
— una elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stadi classe A oppure una elettrovalvola di sicurezza classe A e un organo di regolazione della portata del gas, asservito alla serranda di regolazione dell'aria In quest'ultimo caso il consenso all'accensione deve essere dato con l'organo di regolazione della portata del gas in posizione di avviamento, e nel caso invece sia previsto il circuito gas pilota con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di chiuso ed anche con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito gas pilota in posizione di avviamento;
— una elettrovalvola di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s nel circuito gas pilota, se previsto;
— un eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas;
— un dispositivo di regolazione manuale o un regolatore automatico di portata gas che può far parte della elettrovalvola di regolazione. L'organo di regolazione di portata gas può essere azionato anche da un attuatore separato dalla elettrovalvola di regolazione nel qual caso deve essere azionato in dipendenza funzionale del dispositivo di regolazione della serranda dell'aria in modo da rispettare quanto prescritto in 5.3.3.2;
— una griglia o rete di protezione o altro dispositivo, nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
— una serranda di regolazione aria;
— un dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas.

4.9.2.4. Bruciatori con potenza termica nominale Q_n > 2 000 kW

I bruciatori con potenza termica nominale > 2 000 Kw devono essere di tipo multistadio o modulante e devono essere provvisti di:
— un rubinetto di intercettazione;
— un giunto antivibrante;
— tre prese di pressione gas nel circuito principale e due nel circuito pilota se previsto;
— una presa di pressione aria;
— un filtro gas;
— un organo di controllo della minima pressione gas (per esempio pressostato) nel circuito gas principale ed uno nel circuito gas pilota, se previsto;
— un organo di controllo della massima pressione gas (per esempio pressostato) nel circuito gas principale ed uno nel circuito gas pilota, se previsto;
— un organo di sicurezza della minima pressione aria (per esempio pressostato);
— una elettrovalvola di sicurezza classe A nel circuito principale. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
— una elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stadi classe A nel circuito principale, oppure una elettrovalvola di sicurezza classe A e un organo di regolazione della portata del gas, asservito alla serranda di regolazione dell'aria. In quest'ultimo caso il consenso all'accensione deve essere dato con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di avviamento, e nel caso invece sia previsto il circuito gas pilota con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di chiuso ed anche con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito gas pilota in posizione di avviamento;
— una elettrovalvola di sicurezza classe A nel circuito pilota, se previsto. Tempo di chiusura $\tau_c \leq 1$ s;
— una elettrovalvola di regolazione ad apertura lenta o a più stadi di classe A nel circuito gas pilota, se previsto, oppure una elettrovalvola di sicurezza classe A e un organo di regolazione della portata del gas asservito alla serranda di regolazione dell'aria. In quest'ultimo caso il consenso all'accensione deve essere dato con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito gas pilota in posizione di avviamento ed anche con l'organo di regolazione della portata del gas del circuito principale in posizione di chiuso;
— un eventuale dispositivo di regolazione manuale di portata gas nel circuito principale ed uno nel circuito pilota, se previsto;
— un dispositivo di regolazione manuale o un regolatore automatico di portata gas che può far parte della elettrovalvola di regolazione. L'organo di regolazione di portata gas può essere azionato anche da un attuatore separato dalla elettrovalvola di regolazione nel qual caso deve essere azionato in dipendenza funzionale del dispositivo di regolazione della serranda dell'aria in modo da rispettare quanto prescritto in 5.3.3.2;
— una griglia o rete di protezione o altro dispositivo, nella linea dell'aria, che non consenta il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 12 mm;
— una serranda di regolazione aria;
— un dispositivo di prevenzione delle fughe interne di gas.

4.10. Caratteristiche elettriche

Tutte le apparecchiature elettriche utilizzate a corredo dei bruciatori devono essere conformi a quanto disposto dalla legge 1 marzo 1968, N. 186 (norme CEI). Il grado di protezione elettrica deve essere non minore di IP 40.

(segue)

5. Caratteristiche di funzionamento

5.1. Tenuta della linea di alimentazione del gas a valle del regolatore di pressione

La linea di alimentazione del gas del bruciatore e le apparecchiature di sicurezza e regolazione ivi inserite devono essere a tenuta verso l'esterno e l'interno.
Essa è assicurata quando la prova, effettuata come indicato in 6.7.1 e 6.7.2, non consente una fuga di gas maggiore di:

- 70 cm^3/h per i bruciatori di potenza termica nominale $Q_n \leq 100$ kW;
- 140 cm^3/h per i bruciatori di potenza termica nominale 100 kW $< Q_n \leq 350$ kW;
- 210 cm^3/h per i bruciatori di potenza termica nominale 350 kW $< Q_n \leq 2\,000$ kW;
- 280 cm^3/h per i bruciatori di potenza termica nominale $Q_n > 2\,000$ kW.

5.2. Portata nominale

La portata nominale viene verificata secondo le prescrizioni di cui in 6.7.4 agendo eventualmente sul regolatore di pressione.
Sul valore di portata nominale è consentita una tolleranza di ± 5% quando gli apparecchi vengono alimentati con i gas della terza famiglia.
Se il bruciatore principale è corredato di bruciatore pilota, che resta acceso durante il funzionamento, la portata di questo deve essere compresa nella portata misurata.
I regolatori manuali di portata di gas devono avere chiaramente segnate le posizioni che indicano il senso di aumento delle portate stesse.

5.3. Regolarità di funzionamento

5.3.1. Sicurezza di funzionamento

Nelle condizioni di buona combustione, il bruciatore deve funzionare senza vibrazioni passando dalla minima alla massima portata di gas e alle pressioni minima e massima esistenti in camera di combustione.
Non si devono avere fenomeni di distacco o ritorno di fiamma al livello della testa di combustione.

5.3.2. Temperatura delle apparecchiature di controllo, sicurezza e regolazione

Nelle condizioni di prova definite in 6.7 la temperatura delle apparecchiature di controllo, sicurezza e regolazione non deve superare, nei punti di presa, la temperatura ambiente di:

35 °C per i metalli o materiali equivalenti;

45 °C per la porcellana o materiali equivalenti;

60 °C per le materie plastiche o materiali equivalenti.

I rivestimenti anticorrosivi delle parti metalliche non devono essere danneggiati dal calore sviluppato dal bruciatore.

5.3.3. Accensione

5.3.3.1. Generalità

I bruciatori possono essere accesi sia direttamente per mezzo di una scintilla elettrica (o di un dispositivo similare), sia tramite un bruciatore pilota o fiamma di avviamento accesa a sua volta da una scintilla elettrica. Il dispositivo di accensione non può essere inserito prima della fine del tempo di preventilazione.

5.3.3.2. Preventilazione

Il volume minimo dell'aria di preventilazione deve essere almeno quattro volte il volume del focolare. La preventilazione deve essere effettuata con la serranda dell'aria nella posizione in cui si porterebbe durante il funzionamento del bruciatore alla potenza termica nominale, per un tempo minimo di preventilazione di 30 s oppure regolazione minore, ma con tempi proporzionalmente maggiori.

(segue)

5.3.3.3. Fiamma di avviamento o bruciatore pilota

I bruciatori di potenza termica nominale $Q_n \leq$ 100 kW possono essere accesi direttamente alla loro potenza termica nominale. I bruciatori di potenza termica nominale $Q_n >$ 100 kW devono essere accesi ad una potenza ridotta non maggiore del 40% della loro potenza termica nominale. La potenza termica della fiamma di avviamento o bruciatore pilota si può ottenere:

- tramite apertura progressiva od in due tempi successivi di una elettrovalvola o di un organo di regolazione per bruciatori di potenza termica nominale $Q_n \leq$ 350 kW;
- tramite apertura in due tempi successivi di una elettrovalvola o di un organo di regolazione, controllati dal dispositivo di comando e controllo, per bruciatori di potenza termica nominale 350 kW $< Q_n \leq$ 2 000 kW;
- tramite apertura di una elettrovalvola su un circuito d'avviamento che può alimentare sia il bruciatore principale, sia l'eventuale bruciatore pilota.

I bruciatori di potenza termica nominale $Q_n >$ 2 000 kW si devono accendere tramite una fiamma d'avviamento la cui potenza massima sia minore del 40% della potenza termica nominale.

5.3.4. Interaccensione

Nelle condizioni di prova stabilite in 6.7.7.1 l'interaccensione deve avvenire in modo corretto con fiamma stabile.

5.3.5. Afflusso del gas

L'apparecchio di comando e controllo deve dare il consenso all'afflusso del gas solamente dopo che:

- è terminato il tempo di preventilazione;
- il dispositivo di sicurezza contro la minima pressione dell'aria ha segnalato pressione sufficiente d'aria;
- il/i dispositivo/i di controllo del gas ha/hanno segnalato la pressione del gas prevista dal costruttore per il funzionamento corretto del bruciatore.

Per i bruciatori provvisti di circuito di avviamento o di bruciatore pilota, la liberazione del gas nel circuito principale può avvenire solamente dopo che la fiamma d'avviamento sia stata controllata.

5.3.6. Controllo fiamma

Il bruciatore principale deve essere controllato durante il funzionamento. Se esiste un bruciatore pilota non inserito nella testa di combustione del bruciatore principale, anche questo deve essere controllato.
Il dispositivo di accensione non può prolungare il tempo di accensione oltre il primo tempo di sicurezza.
Sui bruciatori che si compongono di più fiamme particolari, il controllo di una di queste è sufficiente, purché il bruciatore principale sia a testa di combustione unica e che le fiamme non controllate siano perfettamente accese da quella controllata.
Se al termine del 1° tempo di sicurezza la fiamma non è segnalata, si deve verificare un arresto di blocco.

5.3.7. Spegnimento di fiamma

Per i bruciatori di potenza termica nominale $Q_n \leq$ 100 kW è ammesso un tentativo di riaccensione; nel caso che questo non vada a buon fine, si deve avere un arresto di blocco.
Nei bruciatori provvisti di fiamma di avviamento o di bruciatore pilota durante la riaccensione deve essere permesso l'afflusso del gas solo nei circuiti ad essi relativi.
Nei bruciatori con potenza termica nominale 100 kW $< Q_n \leq$ 350 kW è ammesso un tentativo di riaccensione con ripetizione completa del ciclo.
Nei bruciatori con potenza termica nominale $Q_n >$ 350 kW non è ammesso alcun tentativo di riaccensione.

5.4. Funzionamento prolungato

Dopo aver effettuato le prove di cui in 6.9, si verifica subito e senza intervenire sul bruciatore che:

- le condizioni relative ai requisiti termotecnici siano sempre mantenute;
- il funzionamento della rubinetteria e dei dispositivi di sicurezza e regolazione sia rimasto soddisfacente;
- nessun deterioramento degli elementi dell'apparecchio (testa di combustione, apparecchiature di controllo, sicurezza e regolazione) si sia manifestato;
- la potenza termica nominale della fiamma d'avviamento o del bruciatore pilota e del bruciatore principale non sia variata del ± 1%.

(segue)

5.5. Indice di ossido di carbonio

La combustione deve avvenire correttamente durante il tempo di funzionamento del bruciatore, con i gas di riferimento relativi alla categoria di appartenenza e alle pressioni minime e massime in camera di combustione indicate dal costruttore.
Questa esigenza è soddisfatta se il tenore di CO, nei prodotti della combustione secchi e privi d'aria, non supera lo 0,1% in volume nelle condizioni di prova indicate in 6.7.7.3.

5.6. Regolatori di pressione

I regolatori di pressione devono essere rispondenti alle UNI 7430 e UNI 7432.

5.7. Tempi di sicurezza massimi del bruciatore

Secondo la potenza del bruciatore i tempi di sicurezza massimi in avviamento ed in funzionamento sono dati dal prospetto I.

Prospetto I — Tempi di sicurezza massimi del bruciatore

Bruciatore	Potenza termica nominale	Tempo di sicurezza*		Mancanza di fiamma in funzionamento	
	Q_n kW	in avviamento T_s s	in funzionamento T_s s	Tentativo di riaccensione nel tempo di sicurezza	Rimessa in marcia con ripresa normale del ciclo
Bruciatore principale	fino a 50	6	2	SÌ	SÌ
	oltre 50 fino a 100	4	2	SÌ	SÌ
	oltre 100 fino a 350	3	2	NO	SÌ
	oltre 350	3	2	NO	NO
Bruciatore pilota o fiamma di avviamento	fino a 50	6	2	—	—
	oltre 50 fino a 100	4	2	—	—
	oltre 100 fino a 350	3	2	—	—
	oltre 350	3	2	—	—

* Il tempo di sicurezza è misurato alla tensione e frequenza nominali.

6. Tecnica delle prove

6.1. Generalità

I bruciatori devono essere provati su una camera di combustione speciale che deve essere scelta in funzione della potenza termica nominale del bruciatore secondo il diagramma di fig. 5.
Se al laboratorio prove viene presentata una serie completa ed omogenea di bruciatori di una stessa ditta costruttrice, devono venire esaminati completamente i bruciatori di potenza minima e quelli di potenza massima, nonché uno intermedio.
Gli altri bruciatori della serie non vengono esaminati se i risultati di quelli sottoposti alla verifica hanno dato esito positivo in tutte le prove.
Questa procedura è in ogni caso possibile solo se i bruciatori non provati sono di costruzione similare, in particolare se hanno la testa di combustione simile e utilizzano gli stessi organi di sicurezza, controllo e regolazione di quelli provati.
Il gas utilizzato per le prove è il gas cui corrisponde la media di quelli più rappresentativi di una stessa famiglia, denominato gas di riferimento.
Le prove riguardanti i bruciatori di potenza termica nominale maggiore di 2 000 kW possono anche essere eseguite sul luogo dell'installazione.
In questo caso il bruciatore viene esaminato nelle condizioni di funzionamento che si presentano in loco (pressione del gas, tipo di gas, pressurizzazione del focolare, ecc.). Tale prova ridotta nel caso che si riferisca a bruciatore non di serie, riguarda solo quel bruciatore e non è generalizzabile a tutti i bruciatori di quel tipo.
Se al laboratorio di prova viene presentato un bruciatore con dispositivi automatici di regolazione e sicurezza, dispositivi di comando e controllo, dispositivi per la prevenzione delle fughe interne di gas, già omologati, le prove da eseguire riguarderanno il solo bruciatore.

(segue)

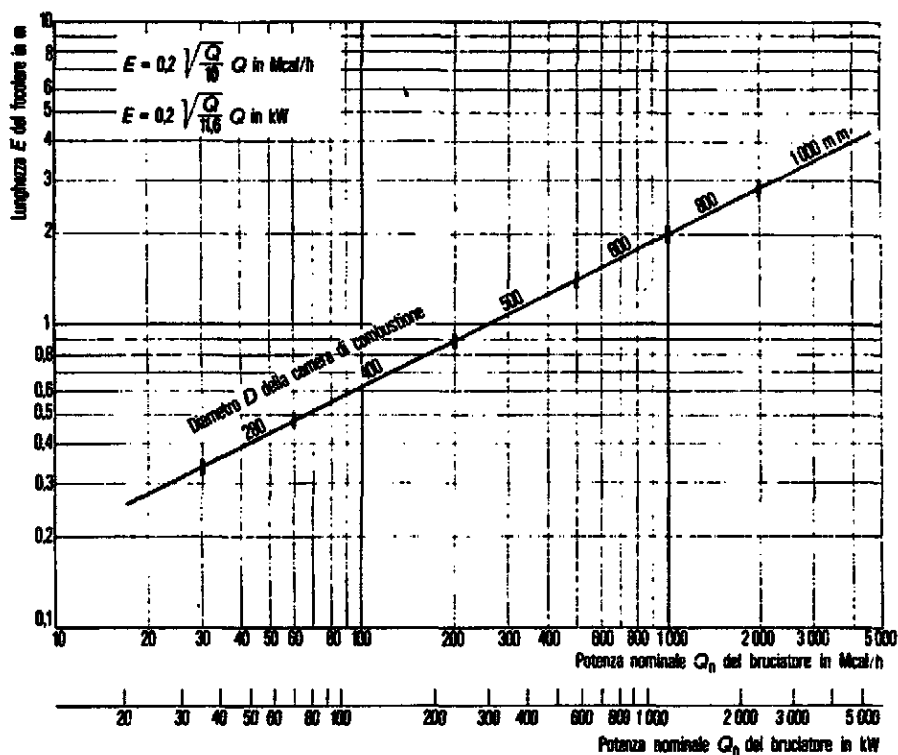



Fig. 5 — Diagramma per la scelta del focolare di prova

6.2. Preparazione dei gas di prova

Le caratteristiche dei gas di prova sono riportate nel prospetto II. Le condizioni di riferimento sono:

- per la pressione: 1 013 mbar;
- per la temperatura: 0 °C.

Prospetto II — Caratteristiche dei gas di prova

Famiglia	Tipo di gas	Simbolo del gas	Composizione in volume	Densità relativa d	Indice di Wobbe inferiore* W_i		Potere calorifico inferiore H_i	
					MJ/m³	kcal/m³	MJ/m³	kcal/m³
1ª famiglia	Gas di riferimento	G 110	50% H_2 26% CH_4 24% N_2	0,411	22,9	5 460	14,7	3 510
2ª famiglia (gruppo H)	Gas di riferimento	G 20	CH_4	0,554	48,2	11 520	35,9	8 570
3ª famiglia	Gas di riferimento	G 30	C_4H_{10}	2,077	85,3	20 380	122,8	29 330

* $W_i = \frac{H_i}{\sqrt{d}}$

(segue)

6.3. Composizione dei gas di prova

Le composizioni dei gas usati per le prove devono essere il più vicino possibile a quelle date nel prospetto III.
Per la preparazione di questi gas devono essere rispettate le regole seguenti:

- l'indice di Wobbe del gas utilizzato deve essere uguale al valore indicato nel prospetto ± 2% (questa tolleranza comprende l'errore degli apparecchi di misura);
- i gas usati per la preparazione della miscela devono avere almeno il seguente grado di purezza:

Azoto	N_2	99%	
Idrogeno	H_2	99%	
Metano	CH_4	95%	con un tenore totale di H_2, CO_2 e O_2 minore dell'1% e un tenore totale di N_2 e CO_2 minore del 2%
Propilene	C_3H_6	90%	
Propano	C_3H_8	95%	
Butano	C_4H_{10}	95%	

Tuttavia queste condizioni non sono vincolanti per ciascuno dei costituenti se la miscela finale ha una composizione identica a quella della miscela che si sarebbe ottenuta a partire da costituenti aventi la purezza richiesta. Si può dunque, per preparare una miscela, partire da un gas contenente già in proporzioni convenienti parecchi costituenti della miscela finale. Inoltre per i gas della seconda famiglia, è possibile, per le prove effettuate con il gas di riferimento G 20, sostituire il metano con gas naturale anche se la sua composizione non corrisponde alle condizioni precedenti per i tenori di CH_4, N_2 e CO_2.
Se l'indice di Wobbe del gas naturale impiegato ha una variazione maggiore del ± 2% rispetto a quello del G 20 è consentito correggere la portata in volume mediante calcolo in modo da riportarla ai valori di riferimento di 48,2 MJ/m³ (11 520 kcal/m³).

6.4. Scelta del gas e delle pressioni di prova

Se un bruciatore può funzionare con gas di differenti famiglie, la prova di combustione è realizzata con i gas scelti fra quelli del prospetto III e le pressioni minime e massime scelte fra quelle del prospetto IV. La misura della pressione di prova deve essere fatta nei punti indicati sugli schemi di installazione.

Prospetto III — Gas di prova

Categoria	I_{2H}	I_3	II_{12H}	II_{2H3}	III
Gas di riferimento	G 20	G 30	G 110 G 20	G 20 G 30	G 110 G 20 G 30

Prospetto IV — Pressione di prova

Gas di riferimento	Bruciatore per bassa pressione $p \leq 40$ mbar			Bruciatore per alta pressione 40 mbar $< p \leq 500$ mbar		
	Pressione			Pressione		
	normale mbar	minima mbar	massima mbar	normale mbar	minima mbar	massima mbar
G 110	8	6	15	P_n	0,7 P_n	1,3 P_n
G 20	18	15	23			
G 30	30	25	35			

P_n = pressione nominale dichiarata dal costruttore.

6.5. Focolare di prova

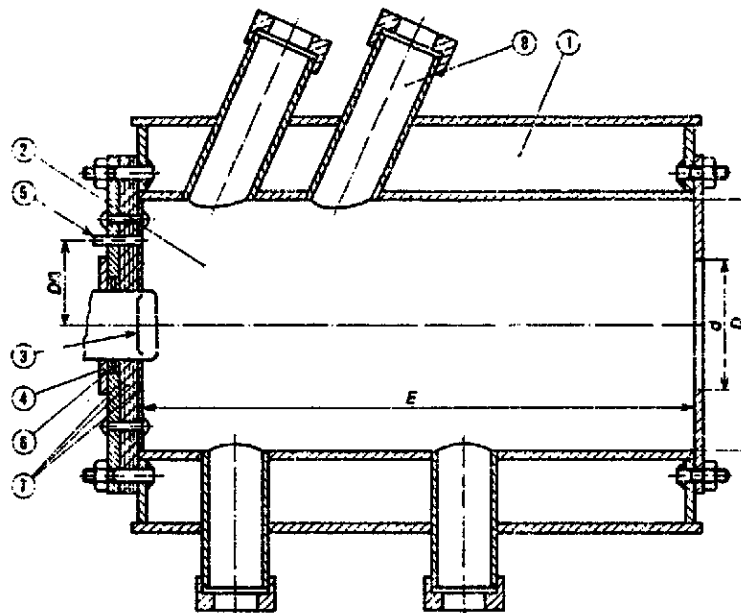
Il bruciatore deve essere installato sul focolare di prova, indicato nelle fig. 6a e 6b, che dispone di un fondo mobile raffreddato ad acqua.
Le caratteristiche delle camere di combustione sono riportate nel prospetto V. Le perdite di carico devono essere estinte nell'ambito del fondo mobile.
Le depressioni necessarie per talune prove vengono realizzate con ventilatore installato sul condotto dei fumi.
La prova del bruciatore viene effettuata a temperatura ambiente, la temperatura dell'acqua deve essere compresa tra i 50 e 90 °C.

(segue)

Prospetto V — Caratteristiche delle camere di combustione

Potenza termica nominale del bruciatore Q_n		Diametro della camera di combustione D
kW	Mcal/h	mm
fino a 70	fino a 60	280
oltre 70 fino a 233	oltre 60 fino a 200	400
oltre 233 fino a 582	oltre 200 fino a 500	500
oltre 582 fino a 1 163	oltre 500 fino a 1 000	600
oltre 1 163 fino a 2 326	oltre 1 000 fino a 2 000	800
oltre 2 326	oltre 2 000	000

La lunghezza della camera di combustione viene scelta secondo il diagramma di fig. 5 in funzione della potenza termica nominale del bruciatore da provare.

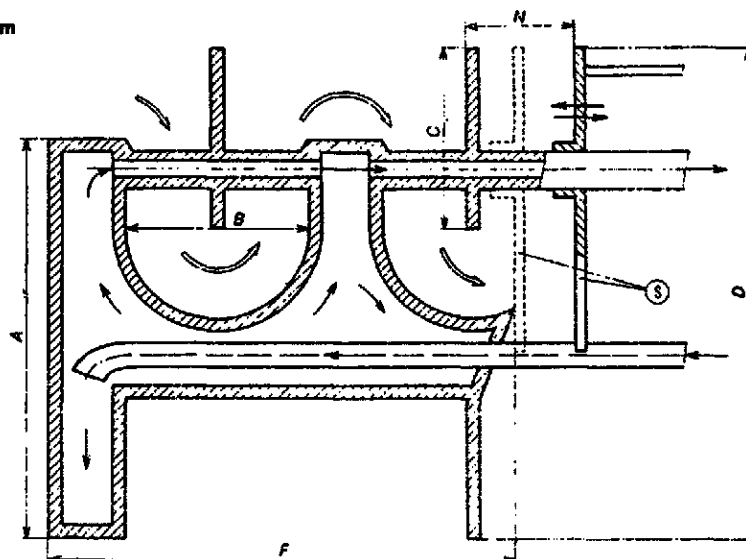
Dimensioni in mm

1. Intercapedine per la circolazione dell'acqua di raffreddamento
2. Camera di combustione
3. Deflettore
4. Flangia attacco bruciatore
5. Presa di pressione del diametro di 9 mm sul portello anteriore (spessore portello ≤ 20 mm, spessore amianto ≤ 10 mm, spessore lastra acciaio inossidabile ≤ 2 mm)
6. Riempimento
7. Portello anteriore
8. Aperture laterali di osservazione e accesso

D	E *	d
280	1 250	150
400	1 950	205
500	2 600	250
600	3 300	295
800	4 400	385
1 000	5 600	480

* Dimensione indicativa e non determinante agli effetti della prova.

Fig. 6a — Focolare di prova

(segue)

Dimensioni in mm

Ⓢ saracinesca incorporata nel fondo (in tratteggio ne è indicata la posizione più avanzata)

→ percorso acqua di raffreddamento

⇒ percorso fumi

D	F	A	B	C	N
280	250	220	105	110	55
400	325	305	143	180	70
500	382	585	180	200	85
600	442	470	215	240	100
800	600	620	280	330	130
1 000	720	770	350	420	170

Nota — *La tolleranza sul diametro D è pari a* $^{-0,01\,D}_{-0,02\,D}$

Fig. 6b — Fondo mobile del focolare di prova

6.6. Documenti da fornire per le prove

Per le prove di laboratorio dei bruciatori, i costruttori devono fornire i documenti seguenti in due copie:

- sigla e dati di identificazione;
- tipo di funzionamento (monostadio, multistadio e modulante);
- tipo di focolare a cui il bruciatore è adatto (pressurizzato o no);
- appartenenza ad una serie: indicare se deve essere provato, oppure la similarità di costruzione;
- i disegni costruttivi, in particolare della testa di combustione, caratteristiche del ventilatore, del bruciatore comprendente il disegno del complessivo o la vista esplosa con l'elenco di tutti i singoli pezzi;
- fotografie del bruciatore;
- libretto d'istruzione sul funzionamento e installazione del bruciatore;
- descrizione del bruciatore indicante la categoria, la pressione del gas massima e minima di funzionamento e la potenza termica massima e minima ad essa relativa;
- diagramma di avviamento e campo di lavoro, se noti;
- schema dei collegamenti elettrici e del funzionamento di tutte le apparecchiature elettriche a corredo del bruciatore;
- descrizione di tutte le apparecchiature a corredo del bruciatore (elettrovalvole, filtro, regolatore di pressione, rubinetto di regolazione, pressostati, apparecchio di comando e controllo, ecc.) e dichiarazione di omologazione, se disponibile.

(segue)

6.7. Prove di funzionamento del bruciatore

6.7.1. Tenuta interna della linea di alimentazione gas a valle del regolatore di pressione

6.7.1.1. Bruciatori per bassa pressione

La verifica della tenuta della linea di alimentazione gas è realizzata con aria alla temperatura ambiente ad una pressione di 150 mbar.
Per la determinazione della fuga si utilizza un metodo volumetrico che consenta la misura diretta dell'eventuale perdita (apparecchio di Bitzer, schematizzato nella fig. 7, o dispositivo analogo) con una precisione tale che una fuga di 0,5 cm^3 possa essere apprezzata.
Durante la prova i dispositivi automatici sono chiusi in successione con gli altri organi delle linee di alimentazione gas completamente aperti.
La prova dura 10 min, le misure vengono rilevate al 5° e 10° min. Prima di iniziare la prova, occorre manovrare l'organo di sicurezza almeno una decina di volte.
Tale verifica deve essere ripetuta al termine del ciclo di prove cui il bruciatore viene sottoposto.

Dimensioni in mm

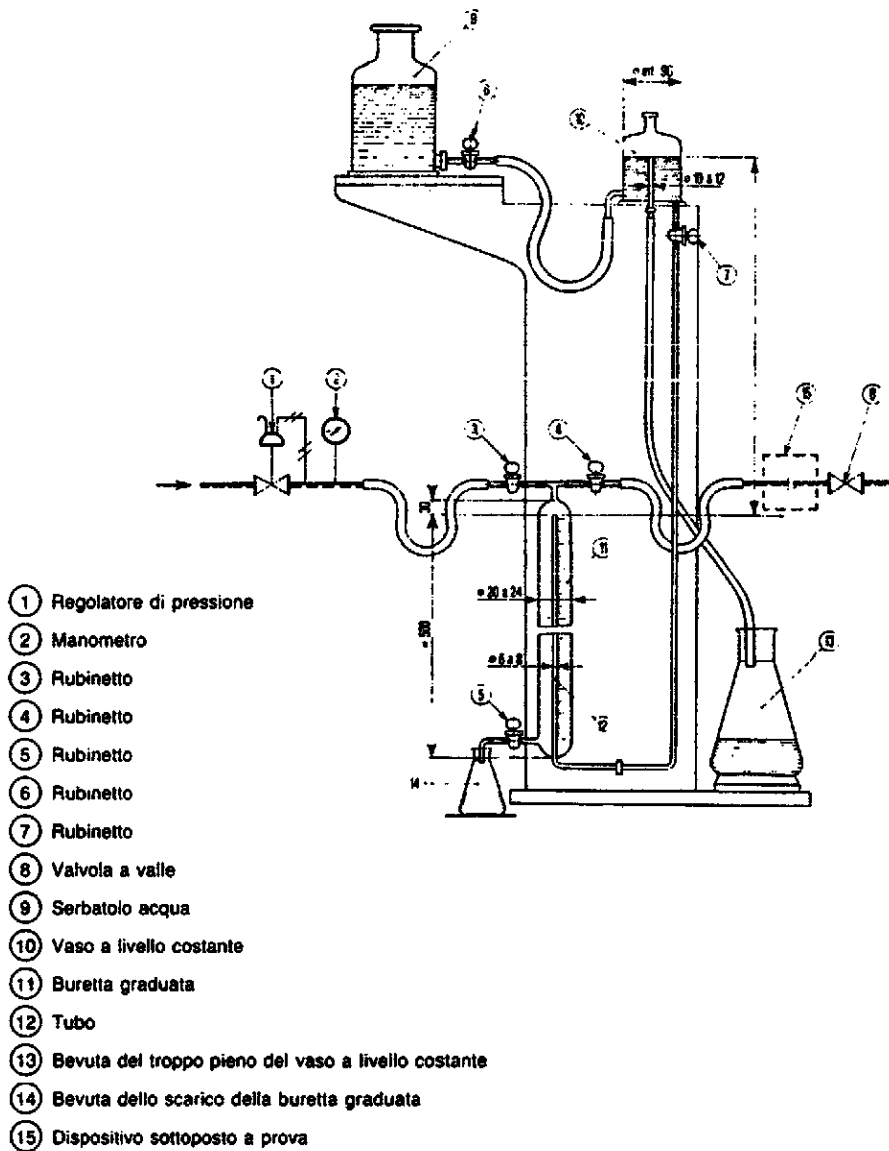
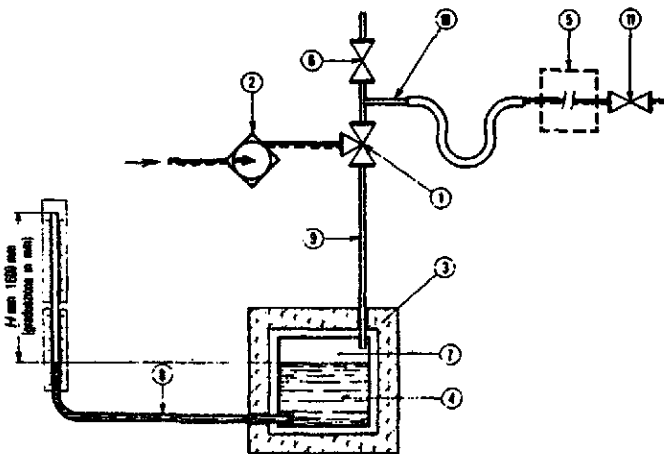



Fig. 7 — Apparecchiatura per la verifica della tenuta (metodo volumetrico)

(segue)

6.7.1.2. **Bruciatori per alta pressione**

Premesso quanto è stato esposto in 2.6.2 e 4.9.2, la verifica della tenuta della linea di alimentazione del gas è realizzata con aria alla temperatura ambiente ad una pressione di 1,2 PN, comunque non minore di 150 mbar.
Tale verifica deve essere ripetuta al termine del ciclo di prova cui il bruciatore viene sottoposto.
Per la determinazione della fuga si utilizza un metodo manometrico come schematizzato in fig. 8 o dispositivo analogo.

1. Rubinetto a tre vie
2. Compressore
3. Recipiente isolato termicamente
4. Mercurio
5. Campione da esaminare
6. Rubinetto di scarico
7. Volume di 1 l d'aria
8. Tubo di vetro con estremità superiore aperta
9. Tubo connesso all'aria in pressione
10. Tubo d'attacco al flessibile
11. Rubinetto

Nota — *Conversione dei valori rilevati col metodo manometrico in valori di perdite volumetriche. Per conoscere la perdita volumetrica in cm^3/h (fuga) corrispondente ad una determinata caduta di pressione rilevata col metodo manometrico si applica la formula seguente:*

$$V_L = 12\, V_g \left(\frac{p_1}{p_2} - 1 \right)$$

dove: V_L *è la perdita volumetrica (fuga), in* cm^3/h;

12 *è il fattore che serve per riportare il tempo di misura di 5 min al tempo di 1 h, cui si riferisce la fuga;*

V_g *è il volume totale, in* cm^3, *del campione e del dispositivo di prova;*

p_1 *è la pressione assoluta, in mbar, all'inizio del tempo di misura;*

p_2 *è la pressione assoluta, in mbar, alla fine del tempo di misura.*

Fig. 8 — Apparecchiatura per la verifica della tenuta (metodo manometrico)

6.7.2. **Tenuta esterna della linea di alimentazione gas a valle del regolatore di pressione**

Prima di effettuare questa prova si deve chiudere l'afflusso del gas alla testa di combustione, nel punto di collegamento della linea di alimentazione del gas al bruciatore, e porre i dispositivi automatici in posizione di aperto, dopo di che si procede come indicato in 6.7.1.1 o 6.7.1.2.

(segue)

6.7.3. Potenza termica spesa

La potenza termica spesa si determina con il/i gas di riferimento alle pressioni normali di prova rapportata alle condizioni di riferimento, gas secco alla temperatura di 15 °C alla pressione di 1 013 mbar.
La potenza termica spesa è ottenuta quando il bruciatore, montato sulla camera di combustione di prova, è in equilibrio termico e la combustione è buona.
La potenza termica spesa Q_s (riferita al volume di gas), in kilowatt, è data da

$$0{,}263\ q_v\ H_{vi}$$

dove: q_v è la portata di gas in volume, in metri cubi all'ora, a 15 °C e 1 013 mbar;
H_{vi} è il potere calorifico inferiore, in megajoule al metro cubo, a 0 °C e 1 013 mbar.

La potenza termica spesa Q_s in kilocalorie all'ora, è data da

$$0{,}948\ q_v\ H_{vi}$$

dove: q_v è la portata di gas in volume, in metri cubi all'ora, a 15 °C e 1 013 mbar;
H_{vi} è il potere calorifico inferiore, in kilocalorie al metro cubo, a 0 °C e 1 013 mbar.

I valori ottenuti per le portate in volume devono essere corretti in modo da ridurli ai valori che si sarebbero realmente ottenuti se il gas fosse stato conforme alle condizioni di riferimento all'uscita dell'ugello.
La portata di gas in volume q_{vc} ottenibile nelle condizioni di riferimento si calcola con la formula semplificata:

$$q_{vc} = q_{vi} \sqrt{\frac{1\,013 + p}{1\,013} \cdot \frac{p_b + p}{1\,013} \cdot \frac{288}{273 + t_g} \cdot \frac{d}{d_r}}$$

dove: q_{vi} è la portata in volume misurata nelle condizioni di prova ($p + p_b$) e t_g;
p è la pressione di alimentazione del gas, in millibar;
p_b è la pressione atmosferica, in millibar;
t_g è la temperatura del gas a monte del bruciatore, in °C;
d è la densità relativa del gas di prova;
d_r è la densità relativa del gas di riferimento.

La potenza termica spesa Q_s (riferita alla massa di gas), in kilowatt, è data da

$$0{,}278\ q_m\ H_{mi}.$$

dove: q_m è la portata di gas in massa, in kilogrammi all'ora;
H_{mi} è il potere calorifico inferiore, in megajoule al kilogrammo.

La potenza termica spesa Q_s, in kilocalorie all'ora, è invece data da

$$q_m\ H_{mi}$$

dove: q_m è la portata in massa, in kilogrammi all'ora;
H_{mi} è il potere calorifico inferiore, in kilocalorie al kilogrammo.

I valori ottenuti per le portate in massa devono essere corretti in modo da ridurli ai valori che si sarebbero realmente ottenuti se lo stato del gas fosse stato conforme alle condizioni di riferimento all'uscita dell'ugello.
La portata di gas in massa q_{mc} ottenibile nelle condizioni di riferimento si calcola con la formula seguente che tiene conto, pertanto, solo della correzione del flusso:

$$q_{mc} = q_{mi} \sqrt{\frac{1\,013 + p}{p_b} \cdot \frac{273 + t_g}{288} \cdot \frac{d_r}{d}}$$

dove: q_{mi} è la portata in massa misurata nelle condizioni di prova;
p_b, p, t_g, d e d_r hanno lo stesso significato di quelli che compaiono nella formula relativa alla portata in volume.

I valori Q_s, q_{vc} e q_{mc}, ricavati con le formule sopra indicate, sono quelli da confrontare con i valori Q_n, q_{vn} e q_{mn}, dichiarati dal costruttore,

dove: Q_n è la potenza termica dichiarata dal costruttore;
q_{vn} è la portata in volume dichiarata dal costruttore;
q_{mn} è la portata in massa dichiarata dal costruttore.

6.7.4. Prova del dispositivo di regolazione manuale di portata gas

Il regolatore manuale di portata deve consentire il raggiungimento della portata nominale massima e minima del bruciatore nelle condizioni di alimentazione sia alla pressione minima, sia alla pressione massima.
La prova viene effettuata alimentando il bruciatore alla minima pressione di prova per la famiglia di gas per cui è costruito, con il gas di riferimento e con il regolatore manuale di portata posto nella posizione di massima apertura; in queste condizioni di alimentazione la portata di gas in volume deve raggiungere almeno il 90% della portata nominale massima.

(segue)

6.7.5. Prova del regolatore di pressione

La prova viene effettuata secondo UNI 7430 e UNI 7432.

6.7.6. Prova di accensione (accensione e interaccensione)

L'accensione del bruciatore principale o pilota e l'interaccensione per i bruciatori a più ugelli devono avvenire dolcemente senza produrre delle variazioni sensibili di pressione nel circuito gas o nella camera di combustione di prova.
Il bruciatore si deve accendere:

- se non esiste un dispositivo automatico di regolazione dell'aria, con la serranda dell'aria aperta come in fase di funzionamento;
- se esiste un dispositivo automatico di regolazione dell'aria, con la serranda dell'aria aperta nella posizione corrispondente alla portata del gas in fase di accensione.

In queste condizioni il bruciatore deve funzionare con assenza di pulsazioni o distacchi di fiamma.
Si verificano tali condizioni di funzionamento alla minima depressione e massima pressione nella camera di combustione indicate dal costruttore.

6.7.7. Prova di combustione

6.7.7.1. Generalità

Per la prova in laboratorio il bruciatore è installato sulla camera di combustione di prova riportata nelle fig. 6a e 6b, con la lunghezza del focolare determinata dal diagramma di fig. 5 e con un condotto per il campionamento dei fumi indicato nelle fig. 9a e 9b. L'eccesso d'aria per questa prova non può essere maggiore del 20%. Il condotto di scarico fumi deve essere a tenuta in modo tale da non permettere infiltrazioni d'aria. Nelle fig. 9a e 9b sono indicate due soluzioni consigliabili: in ogni caso deve essere rispettata la costruzione e la distanza delle prese tra di loro, la lunghezza del percorso fumi dalla sezione di uscita del focolare alla prima delle prese (errore ± 1%) e la lunghezza del tratto a valle della seconda presa (errore ± 1%). Gli organi di regolazione e attivazione del tiraggio devono essere a valle del tratto suddetto.

Fig. 9a — Condotto verticale per il campionamento dei fumi

(segue)

(1) Presa per analisi

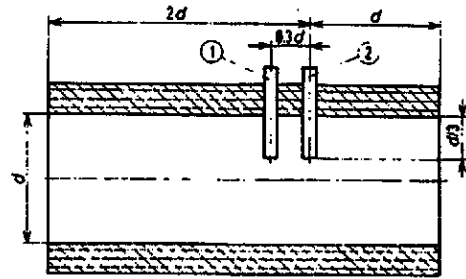
(2) Presa per analisi

Nota — *La sezione di ingresso coincide con quella di scarico del focolare*

Fig. 9b — Condotto orizzontale per il campionamento dei fumi

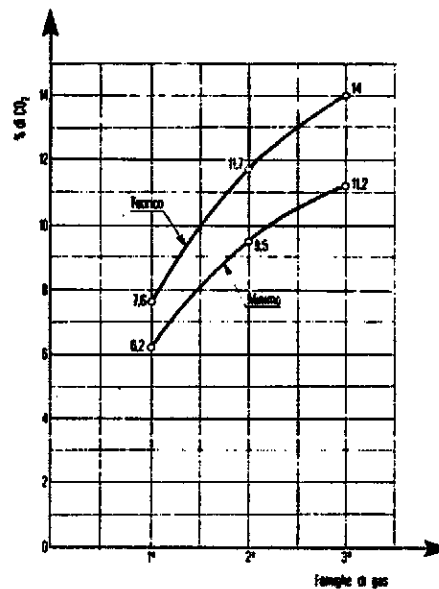



Fig. 10 — Diagramma dei valori di CO_2 ammessi per la buona combustione

6.7.7.2. Prova di avviamento

Tale prova viene fatta solo sui bruciatori pressurizzati. All'atto dell'accensione e comunque nel passaggio da uno stadio al successivo, non si devono verificare fenomeni di distacco o ritorno di fiamma del bruciatore
Il diagramma di avviamento viene determinato in concomitanza con il diagramma del campo di lavoro
A partire da condizioni di regime permanente, in cui si siano soddisfatti i requisiti termotecnici con le pressioni del sistema bruciatore-caldaia-camino opportunamente regolate, si spegne il bruciatore e, senza compiere alcuna regolazione, lo si accende, misurando la durata del transitorio e il valore massimo delle pressioni, utilizzando la presa di pressione (laterale) più prossima a metà lunghezza della camera di combustione.
L'avviamento deve essere regolare e la sovrappressione di avviamento (rispetto alla pressione positiva del funzionamento a regime permanente) deve estinguersi entro il tempo $\tau = 1$ s.
Detto tempo deve essere verificato per mezzo di trasduttore più registratore od oscillografo; il valore massimo di pressione durante il transitorio si rileva con un manometro ad acqua realizzato con tubi ad U, il cui raggio di curvatura sia di 20 mm. Il diametro interno del tubo di vetro deve essere di 5,5 mm e deve essere riempito d'acqua in posizione di riposo per un'altezza di 300 mm.
Il diametro interno del tubo di prelievo non deve essere minore di 5,5 mm.
Per il collegamento si impiega un tubo di materia plastica del diametro interno di 6 mm e della lunghezza di 1 m.
Si traccia il diagramma di avviamento riportando in ascisse le potenze e in ordinate le pressioni massime ottenute nel transitorio: è consigliabile tracciare il diagramma di avviamento sullo stesso foglio usato per il campo di lavoro.
Si esegue una prova per ciascuna potenza, quindi tre prove (a Q_{max}, Q_{min}, Q_{int}); la prova a Q_{int} non si esegue se $Q_{max}/Q_{min} < 2,5$.
La potenza Q_{int} è data dalla formula seguente:

$$Q_{int} = Q_{min} + \frac{2}{3}(Q_{max} - Q_{min})$$

(segue)

6.7.7.3. Indice di buona combustione

6.7.7.3.1. Generalità

L'apparecchio è inizialmente regolato alla sua portata nominale alla pressione normale con il gas di riferimento.
Se esiste un dispositivo di regolazione dell'immissione dell'aria al bruciatore, tale dispositivo viene regolato osservando l'aspetto delle fiamme e seguendo le istruzioni fornite dal costruttore. Questa regolazione è conservata in seguito.
Quando l'apparecchio è a regime si effettua il prelievo dei prodotti della combustione nel modo indicato al punto 6.7.7.3.3. La determinazione della CO_2 e del CO si può fare sui fumi prelevati in modo continuo oppure su un campione medio di volume adeguato per la successiva analisi e prelevato in modo da evitare l'assorbimento di CO_2.
La portata di aspirazione dei fumi, espressa in litri al minuto, deve essere minore di

$$Q_s/2{,}33$$

dove Q_s è la potenza termica spesa dall'apparecchio, in kilowatt;

oppure

$$Q_s/2\,000$$

dove Q_s è la potenza termica spesa dall'apparecchio, in kilocalorie all'ora.

Il contenuto percentuale di CO in volume nei fumi secchi e depurati dall'eccesso d'aria (CO') si può determinare mediante la formula:

$$CO' = CO_{2t} \frac{CO}{CO_2} \text{ (relativo al campione analizzato)}$$

In questo caso occorre determinare sui fumi l'anidride carbonica e l'ossido di carbonio. Occorre inoltre conoscere l'analisi dei gas e determinare la CO_2 teorica (CO_{2t}).
I valori percentuali della CO_2 teorica relativi ai gas di prova sono indicati nel prospetto VI e nella fig. 10.

Prospetto VI — CO_2 teorica relativa ai gas di prova

Simbolo del gas	G 110	G 20	G 30
CO_{2t} %	7,6	11,7	14

Il tenore di CO nei fumi secchi e depurati dall'eccesso d'aria, può essere calcolato anche mediante la formula:

$$CO' = \frac{21}{21 - O_2} CO \text{ (relativo al campione analizzato)}$$

dove: O_2 e CO sono espressi in per cento in volume.

Questa formula può essere utilizzata, quando non si conosce esattamente la CO_2 teorica.

6.7.7.3.2. Esecuzione delle prove

L'apparecchio è provato con il o i gas di riferimento della categoria alla quale esso appartiene e che sono precisati in 6.2.
Per tutti gli apparecchi la prova è fatta portando il bruciatore a un valore uguale a 1,07, 1,05 o 1,025 volte la portata di gas in volume rispettivamente se è alimentato con il gas G 110, G 20 o G 30.

6.7.7.3.3. Sonde di aspirazione

Si utilizzano sonde di aspirazione collegate ai condotti di campionamento dei fumi come da fig. 9a e 9b.

6.7.7.3.4. Misura delle pressioni nella camera di combustione

Le misure di pressioni in camera di combustione richiedono una presa di pressione (diametro di 9 mm) sulla parte anteriore (vedere fig. 6) e tre prese di pressione (diametro di 9 mm) laterali sul piano diametrale del focolare, per le lunghezze che corrispondono alle tre potenze Q_{max}, Q_{min} e Q_{nt} di quel focolare.

(segue)

6.7.8. Campo di lavoro

6.7.8.1. Bruciatori monostadio pressurizzati

Il campo di lavoro è rappresentato nel diagramma di fig. 11 in funzione della pressione nel focolare e della potenza termica spesa.
Questo campo è delimitato da:

— limite di combustione alla portata minima e massima per una determinata pressione nel focolare;

— limite di formazione del CO ≤ 0,1% in volume nei fumi secchi e depurati dall'eccesso d'aria;

— minimo valore di CO_2 (vedere requisiti termotecnici del diagramma di fig. 10);

— pressione massima e minima nel focolare per le quali il bruciatore può ancora funzionare.

La prova del campo di lavoro si esegue con i gas di riferimento alla pressione normale di prova con l'eccesso di aria ≤ 20%.
Per la determinazione del valore misurato si devono scegliere almeno 3 punti nel campo delle pressioni sia positive sia negative.
I 3 punti sono in corrispondenza delle potenze massima, minima e intermedia.
Il diagramma misurato viene ridotto a 0,9 *A* (vedere fig. 11), ottenendo così il diagramma calcolato del campo di lavoro.

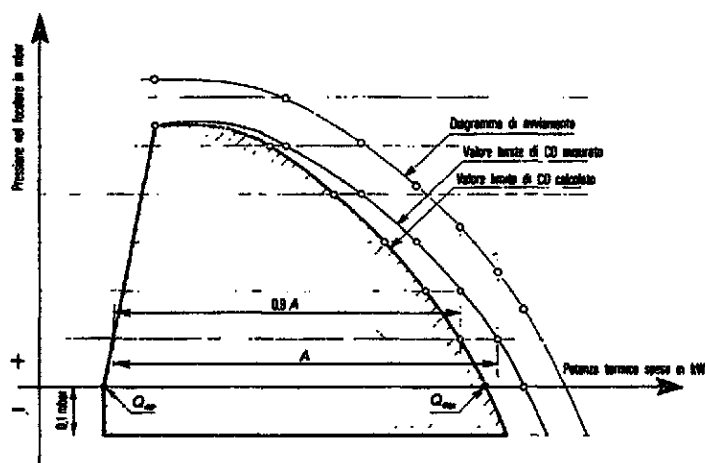



Fig. 11 — Diagramma del campo di lavoro dei bruciatori pressurizzati

6.7.8.2. Bruciatori monostadio non pressurizzati

Il campo di lavoro è delimitato nel diagramma di fig. 12 in funzione della pressione nel focolare e della potenza termica spesa.
Questo campo è caratterizzato da:

— limite di combustione alla portata minima e massima per una determinata pressione nel focolare;

— *limite di formazione del CO ≤ 0,1% in volume nei fumi secchi e depurati dall'eccesso d'aria;*

— minimo valore di CO_2 (vedere requisiti termotecnici del diagramma di fig. 10);

— pressione massima e minima nel focolare per le quali il bruciatore può ancora funzionare.

La prova del campo di lavoro si esegue con i gas di riferimento alla pressione normale di prova con l'eccesso di aria ≤ 20%.
Per la determinazione del valore misurato si devono scegliere almeno 3 punti nel campo delle pressioni sia positive sia negative.
I 3 punti sono in corrispondenza delle potenze massima, minima e intermedia.
Il diagramma misurato viene ridotto a 0,9 *A* (vedere fig. 12), ottenendo così il diagramma calcolato del campo di lavoro.

(segue)

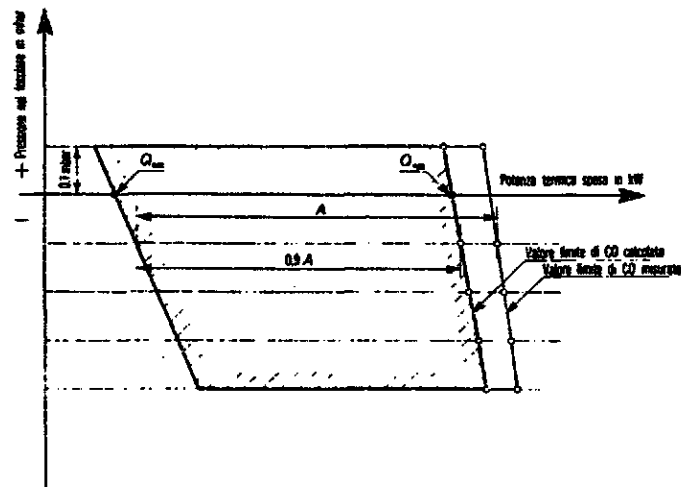



Fig. 12 — Diagramma del campo di lavoro di bruciatori monostadio non pressurizzati

6.7.8.3. Bruciatori multistadio o modulanti

Il diagramma di fig. 11 rappresenta il campo di lavoro di ogni singolo stadio: il campo di lavoro complessivo si rileva come segue.
Il campo di lavoro di ogni singolo stadio è caratterizzato da:

— limite di combustione alla portata minima e massima per una determinata pressione nel focolare;
— limite di formazione del CO ≤ 0,1% in volume nei fumi secchi e depurati dall'eccesso d'aria;
— minimo valore di CO_2 (vedere requisiti termotecnici del diagramma di fig. 10);
— pressione massima e minima nel focolare per ogni stadio per le quali il bruciatore può ancora funzionare.

La prova del campo di lavoro si esegue con i gas di riferimento alla pressione normale di prova con l'eccesso di aria ≤ 20%.
Per la determinazione del valore misurato si devono scegliere:

— per i bruciatori multistadio almeno 3 punti nel campo delle pressioni sia positive sia negative per ogni singolo stadio;
— per i bruciatori modulanti almeno 10 punti di cui 6 nel campo delle pressioni positive.

Con la procedura di cui sopra, nel caso di bruciatori multistadio, si rilevano i diagrammi dei singoli stadi del bruciatore segnandoli nello stesso grafico.
Il diagramma di lavoro del bruciatore multistadio è quello ricavato dall'unione delle linee periferiche dei singoli diagrammi.
Il diagramma di lavoro del bruciatore modulante è quello ricavato dall'unione delle linee congiungenti i punti di prova.
Il diagramma così ricavato viene ridotto a 0,9 *A* (vedere fig. 11), ottenendo il diagramma calcolato del campo di lavoro.

6.8. Temperatura delle apparecchiature di controllo, sicurezza e regolazione

Il bruciatore funziona per 1 h con i gas di riferimento alla portata termica nominale con un sovraccarico del 10% e con un eccesso d'aria compreso tra il 10 e 20% e CO ≤ 0,1%; a questo punto, la temperatura della superficie delle elettrovalvole e delle apparecchiature ausiliarie sono misurate con un termometro a contatto o strumento equivalente con una precisione di ± 0,5 °C. La sovratemperatura superficiale non deve eccedere i 60 °C dopo 1 000 cicli di eccitazione e diseccitazione in aria atmosferica.

6.9. Prove di funzionamento prolungato

Queste prove si effettuano facendo eseguire 10 cicli di funzionamento al bruciatore alla sua portata minima e massima di prova.
Ogni ciclo di funzionamento si compone di due fasi:

— fase di funzionamento: il bruciatore esegue il programma completo impostogli dalla scatola di comando e resta acceso per 5 s,
— fase di arresto: il bruciatore viene arrestato per 1 s.

6.10. Prova del dispositivo di comando e controllo

Scopo di questa prova è di accertare che il dispositivo di comando e controllo sia adeguatamente impiegato nel bruciatore.
Per l'esecuzione delle prove si porta il bruciatore alla potenza nominale, con tensione di 220 V.

(segue)

Nel prospetto VII sono riportati i requisiti da soddisfare, le misure e le osservazioni qualitative da eseguire, e infine le informazioni che devono essere fornite dal costruttore, o direttamente o attraverso il certificato di omologazione del dispositivo, se posseduto.
Per realizzare le prove indicate nel prospetto VII occorre eseguire una verifica di portata aria durante il tempo di prelavaggio: a questo scopo il laboratorio di prova calcola la portata d'aria di prelavaggio in base ai dati sperimentali di portata di combustibile e di CO_2 nei fumi, nel funzionamento a regime permanente con portata di aria mantenuta pari a quella di preventilazione e portata di combustibile scelta adeguatamente per evitare incombusti.
La portata d'aria q_a è data da:

$$q\ A_e$$

L'aria effettiva A_e è data da:

$$A_t\ (1 + e)$$

L'aria teorica A_t è data da:

$$11{,}54\ C^* + 34{,}61\ H^*$$

L'eccesso d'aria e è dato da:

$$\frac{\frac{241{,}3}{CO_2^*}\ C^* - A_t + 7{,}24\ H^*}{A_t}$$

dove: q è la portata del combustibile, in metri cubi all'ora;
A_e è la quantità d'aria effettiva, in metri cubi al metro cubo, a 0 °C e 1 013 mbar;
A_t è il potere comburivoro, in metri cubi al metro cubo, a 0 °C e 1 013 mbar;
e è l'eccesso d'aria;
C^* è il contenuto di carbonio equivalente nel combustibile (% massa);
H^* è il contenuto di idrogeno equivalente nel combustibile (% massa);
CO_2^* è il contenuto di anidride carbonica equivalente.

Prospetto VII — Verifiche sul dispositivo di comando e controllo

Punto	Requisito	Misura	Osservazione	Informazioni del costruttore
5.3.5	Liberazione del combustibile al tempo T_1	Uso cronometro: dall'avvio del ventilatore fino alla fuoriuscita del combustibile	—	—
5.3.5	Liberazione del combustibile con dispositivo di accensione inserito	—	Arco elettrico presente	—
5.3.5	Controllo prima del 2° stadio	—	—	Dal certificato di approvazione del dispositivo di comando e controllo, se esiste.
5.3.3.2	Corrispondenza tra la durata di ventilazione e T_1	Vedere 5.3.5	—	—
5.3.3	Corrispondenza tra durata preaccensione T_2 e quella dichiarata	Uso cronometro: dall'inizio dell'arco fino alla fuoriuscita del combustibile	—	T_2 preaccensione
5.3.3.2	Durata preventilazione $T_1 \geq$ 30 s (aria tutta aperta)	Uso cronometro: dall'inserimento del bruciatore fino alla fuoriuscita del combustibile	—	—

6.11. Prova con sovra e sottotensione

Alla fine della prova di funzionamento prolungato, con il bruciatore alla potenza massima, con tutti gli accessori elettrici funzionanti, senza modificare la regolazione dell'aria, si porta la tensione ad un valore pari all'85% e al 110% di quello nominale.
Si ferma il bruciatore per 5 min, poi si effettua la partenza alle suddette tensioni.
La partenza e l'accensione devono avvenire regolarmente, a giudizio del laboratorio di prova

(segue)

6.12. Strumentazione

Gli strumenti impiegati devono avere caratteristiche tali da rispettare i requisiti indicati nel prospetto VIII.
Le misure sui fumi vengono eseguite su campioni provenienti dalla sezione di prelievo (fig. 9a e 9b); le misure di pressione in camera di combustione richiedono una presa di pressione (diametro 9 mm) sulla parte anteriore (fig. 6) e tre prese di pressione (diametro 9 mm) laterali sul piano diametrale del focolare, poste a metà lunghezza del focolare, per le lunghezze che corrispondono alle tre potenze Q_{max}, Q_{min} e Q_{int} di quel focolare.

Prospetto VIII — Caratteristiche degli strumenti di misura

Grandezza		Errore assoluto	Errore relativo
Anidride carbonica	CO_2	0,2%	—
Ossido di carbonio	CO	0,005%	—
Potere calorifico inferiore	H_i	—	1%
Lunghezza	l	—	1%
Pressione	p	—	2%
Tempo	τ	—	2%
Temperatura	t	1 °C	—

7. Targa e istruzioni

7.1. Targa

Ciascun bruciatore deve essere munito di una targa visibile sulla quale devono essere riportate almeno le indicazioni seguenti:

- — nome e marchio del costruttore;
- — tipo di apparecchio (a uno o più stadi o modulante a bassa o ad alta pressione);
- — designazione commerciale;
- — sigla (codice o data o numero) che definisce il programma di fabbricazione e l'anno di costruzione;
- — categoria di appartenenza;
- — potenza termica nominale, massima e minima in kilowatt, misurate con pressione nulla nel focolare;
- — dati di funzionamento elettrico: tensione corrente, frequenza, numero di fasi, potenza assorbita in W.

Un'altra targa autoadesiva deve essere applicata sul bruciatore e deve indicare la pressione di alimentazione e il tipo del gas per il quale il bruciatore è regolato.
Se il bruciatore viene fornito con i pezzi necessari per l'adattamento ad un altro tipo di gas o ad un'altra pressione, deve avere anche un'altra etichetta autoadesiva indicante le condizioni di impiego con la nuova regolazione. Tale etichetta deve essere posta sopra la prima all'atto dell'adattamento.

7.2. Istruzioni

Il bruciatore deve essere fornito con tutte le istruzioni necessarie al montaggio, installazione, funzionamento e regolazione.
Queste informazioni devono riguardare in particolare:

- — la portata nominale minima e massima del bruciatore, in metri cubi all'ora, corrispondenti al tipo di gas utilizzato;
- — il diagramma riportante il campo di lavoro alla pressione normale;
- — gli organi di regolazione e il loro funzionamento;
- — il montaggio e lo smontaggio dei pezzi di adattabilità;
- — l'adattabilità ad un altro tipo di gas e il cambio dei pezzi di adattamento;
- — la manutenzione delle apparecchiature ausiliarie, dei dispositivi automatici di controllo e sicurezza (elettrovalvole), dei dispositivi di comando e controllo fiamma e degli apparecchi per il controllo delle fughe di gas;
- — lo schema elettrico completo riguardante il funzionamento del bruciatore e l'indicazione numerata nei morsetti dei vari collegamenti elettrici;
- — il modo di installare il bruciatore indicato in dettaglio e rappresentato con disegni.

(segue)

8. Certificato di prova

Il certificato di prova deve dare tutte le informazioni sulla prova del bruciatore riguardanti le caratteristiche di costruzione e di funzionamento ed in particolare le indicazioni seguenti:

— il numero di protocollo del laboratorio di prova e la data del certificato di prova;
— la categoria di appartenenza del bruciatore;
— un confronto fra i risultati della prova in rapporto ai valori limite prescritti;
— un diagramma nel campo di stabilità e di lavoro per il valore di pressione di prova normale del gas;
— un riassunto dei risultati di prova eventualmente negativi;
— i valori delle pressioni minima e massima che si possono ottenere nelle camere di combustione e delle relative portate e potenze termiche spese minima e massima del bruciatore;
— portate nominali e potenze termiche spese;
— il nome del laboratorio di prova e la firma del direttore dello stesso.

Tutte le indicazioni devono essere date in lingua italiana.

(segue)

g. 38 UNI 8042

APPENDICE A

Dispositivi automatici di regolazione e sicurezza

Vedere UNI 8917.

APPENDICE B[3]

Dispositivi di comando e controllo

B 1. Generalità

B 1.1. Scopo

La presente appendice contiene le prescrizioni riguardanti la costruzione, ai fini della sicurezza, dei dispositivi di comando e di controllo, nonché le modalità e le tecniche di prova per verificare tali caratteristiche.
Non si riportano norme legislative e norme nazionali di installazione, alle quali fornitore ed installatore devono comunque attenersi.

B 1.2. Oggetto

La presente appendice si riferisce a tutti gli apparecchi di comando e controllo montati sui bruciatori automatici, compresi quelli misti e combinati, per la parte afferente il gas, contemplati nella presente norma di cui questa appendice fa parte integrante.

B 1.3. Condizioni di riferimento

Le condizioni di riferimento sono:

— temperatura del gas secco: 15 °C;
— pressione atmosferica: 1 013 mbar;
— temperatura ambiente convenzionale: 25 °C;
— tensione: 220 V;
— frequenza: 50 Hz.

B 2. Classificazione

I dispositivi di comando e controllo si classificano in:

— dispositivi termici;
— dispositivi ciclici;
— dispositivi elettronici.

B 3. Caratteristiche costruttive

B 3.1. Generalità

Gli apparecchi di comando e controllo devono essere conformi alle seguenti esigenze di stabilità, manovrabilità e durata.

B 3.1.1. La costruzione dell'apparecchio di comando e controllo deve essere tale che, nelle condizioni di funzionamento normali, non possano verificarsi deformazioni permanenti, né danni di alcun genere.

(segue)

3) Questa appendice sarà sostituita quando verranno pubblicate le norme specifiche.

B 3.1.2. Tutti i materiali devono avere una resistenza meccanica sufficiente per le normali condizioni di impiego.

B 3.1.3. Gli elementi di comando manuali, non devono procurare danno all'operatore.

B 3.1.4. Ogni componente deve lavorare senza inconvenienti alla massima e minima temperatura (temperatura ambiente) specificata dal fornitore e almeno entro i limiti richiesti dalla presente norma.

B 3.1.5. Gli apparecchi di comando e controllo devono essere progettati e costruiti in modo da poter funzionare senza inconvenienti nelle normali condizioni di lavoro e non provocare situazioni pericolose.

B 3.2. Portata dei contatti

La portata dei contatti a regime non deve essere minore di quella di seguito riportata:

— per il motore del ventilatore: 2 A alla tensione di 220 V e cos φ 0,6
— per l'accenditore elettrico: 1 A alla tensione di 220 V e cos φ 0,6
— per la valvola del gas pilota: 1 A alla tensione di 220 V e cos φ 0,6
— per il dispositivo d'allarme: 0,5 A alla tensione di 220 V e cos φ 0,6.

B 3.3. Dispositivi elettrici

I dispositivi elettrici devono essere conformi a quanto prescritto dalla legge 1 marzo 1968, N. 186 (norme CEI).

B 4. Caratteristiche di funzionamento

B 4.1. Rivelatore di fiamma

Il rivelatore di fiamma deve dare un segnale di fiamma solo se questa esiste effettivamente.
Se tuttavia il rivelatore dà un segnale di fiamma durante l'accensione a scintilla, questa possibilità è permessa.
Una interruzione o un corto circuito o dispersioni varie nel collegamento tra il rivelatore di fiamma e l'apparecchio di comando e controllo devono impedire l'avviamento del bruciatore o provocare un arresto di blocco. Se l'inconveniente avviene durante il funzionamento, il bruciatore deve arrestarsi immediatamente in blocco od al massimo nel tempo di sicurezza dopo aver tentato, ove consentito, o la riaccensione o un nuovo ciclo di avviamento.
I seguenti elementi possono essere usati come sensori di fiamma:

— un elettrodo di fiamma alimentato in corrente alternata, che rivela la corrente raddrizzata dalla fiamma (ionizzazione di fiamma);
— un elemento sensibile alle radiazioni della fiamma; il tempo di risposta del circuito rivelatore dell'apparizione della fiamma non deve essere maggiore di 1 s.

B 4.2. Verifica dell'apparecchio di comando e controllo

Ogni apertura del circuito di alimentazione elettrica dell'apparecchio di comando e controllo deve dar luogo al comando di chiusura delle valvole gas e provocare un nuovo avviamento che rispetti l'intero programma.

B 4.3. Preventilazione

Il controllo dell'afflusso dell'aria di combustione al bruciatore viene effettuato a mezzo degli organi di sicurezza (pressostato aria), come richiesto dagli schemi di installazione della norma.
Se l'apparecchio di comando e controllo non riceve il consenso da tali organi almeno entro la fine del tempo di preventilazione, esso non deve proseguire il programma.
Contemporaneamente deve avvenire un arresto di blocco per ragioni tecniche di sicurezza.
Il tempo di preventilazione può essere regolabile; il suo valore minimo non deve essere minore di 30 s e può essere regolabile in aumento solo con utensile.

B 4.4. Preaccensione

Il tempo di preaccensione con accensione elettrica, se esiste, non deve essere maggiore del primo tempo di sicurezza e comunque minore di 5 s.

(segue)

B 4.5. Accensione, postaccensione e primo tempo di sicurezza

L'accensione e la postaccensione sono divise nel programmatore dal segnale di fiamma.
Se l'apparecchio di comando e controllo non riceve un segnale distinto dal rivelatore di fiamma, non esiste possibilità di differenziare tra la fiamma e l'accensione.
Il segnale del rivelatore di fiamma deve pervenire al dispositivo di comando e controllo entro il primo tempo di sicurezza. Superato tale primo tempo, in mancanza di segnale, il dispositivo deve prevedere l'arresto di blocco. Il primo tempo di sicurezza può essere regolabile, ma non dall'esterno, esclusivamente mediante utensile e deve riferirsi alla massima potenza ammissibile di avviamento del bruciatore.
Il primo tempo di sicurezza non può essere maggiore di 5 s per una potenza di avviamento fino a 50 kW, di 3 s per una potenza oltre 50 fino a 100 kW e di 2 s per una potenza oltre 100 kW.

B 4.6. Accensione dello stadio principale nei bruciatori

B 4.6.1. Accensione dello stadio principale nei bruciatori con circuito di avviamento secondo tempo di sicurezza

L'accensione di stadi principali maggiori di 150 kW è permessa solo dopo l'apparizione del segnale della fiamma di accensione o di avviamento.
Potenze nominali comprese fra 100 e 150 kW possono essere accese direttamente elettricamente con potenza di avviamento non maggiore del 40% della potenza nominale.
Il secondo tempo di sicurezza è necessario solo per i bruciatori che hanno due teste di combustione separate, una per l'accensione e lo stadio di avviamento e una per la fiamma principale.
Se l'apparecchio di comando e controllo riceve il segnale di fiamma dal bruciatore pilota e dal bruciatore principale e non esiste possibilità di differenziare i due segnali, il tempo massimo per cui può durare questa condizione non deve superare il secondo tempo di sicurezza. Perciò dopo l'apertura del gas per lo stadio principale il mantenimento per l'afflusso del gas di accensione non deve superare il secondo tempo di sicurezza.
Il secondo tempo di sicurezza può essere tarabile, ma non dall'esterno ed esclusivamente mediante utensile. Detto secondo tempo di sicurezza non deve essere maggiore di 5 s. Se la valvola a gas principale ha un tempo morto maggiore di 1 s è raccomandabile l'uso di un'altra valvola ad apertura rapida.

B 4.6.2. Accensione dello stadio principale nei bruciatori senza circuito di avviamento

L'accensione del bruciatore con potenza fino a 350 kW è ammessa con un segnale unico del dispositivo di comando e controllo, purché tale accensione avvenga in due fasi di cui la prima con potenza non maggiore di 100 kW.

B 4.7. Arresto per disfunzione o di sicurezza

L'arresto del bruciatore come risultato di una condizione anomala può avvenire, per esempio, per le seguenti ragioni.

Arresto per disfunzione:

- mancanza di alimentazione elettrica;
- pressione gas minore della minima consentita;
- pressione gas maggiore della massima consentita.

Arresto di sicurezza:

- temperatura del generatore di calore maggiore della massima consentita;
- pressione nel generatore di calore maggiore della massima consentita;
- livello acqua minore del minimo consentito.

L'arresto in questi casi deve anche prevedere l'ordine di chiusura delle valvole gas. In seguito al ritorno e/o ripristino delle condizioni normali, deve essere garantita la possibilità di riavviamento partendo dalla posizione iniziale del ciclo.

B 4.8. Arresto di blocco

B 4.8.1. Spegnimento accidentale della fiamma

L'apparecchio di comando e controllo deve dare l'ordine di chiusura delle valvole gas nel tempo massimo di 1 s e deve andare in blocco per bruciatori con potenza nominale maggiore di 350 kW. È assolutamente vietato lo sblocco in locale diverso da quello in cui è installato il bruciatore.

(segue)

B 4.8.2. Blocco per mancanza di aria dopo il tempo di preventilazione e durante il funzionamento

Nei bruciatori di potenza nominale maggiore di 350 kW l'apparecchio di comando e controllo deve arrestare il bruciatore immediatamente e andare in blocco non appena si verifica una mancanza d'aria. È assolutamente vietato lo sblocco in locale diverso da quello in cui è installato il bruciatore. Per i bruciatori di potenza nominale ≤ 350 kW è sufficiente un arresto di regolazione.

B 4.8.3. Blocco e sblocco

Una diminuzione di tensione che consenta il funzionamento del bruciatore deve anche consentire l'arresto di blocco.
La mancanza di tensione non deve sbloccare l'apparecchio.
Una pressione costante sul bottone di sblocco:

— può causare l'arresto dell'apparecchio;
— deve consentire eventuali arresti di blocco;
— non deve consentire uno sblocco automatico dopo un arresto di blocco.

B 4.8.4. Postventilazione

La postventilazione può avvenire eventualmente dopo un arresto di regolazione, un arresto di blocco, un arresto di sicurezza o in tutti e tre i casi.

B 4.9. Verifica

B 4.9.1. Autoverifica

L'autoverifica del rivelatore e del dispositivo di comando e controllo è la verifica delle funzioni delle loro parti componenti.
Nei bruciatori a servizio continuo si esplica continuamente secondo un proprio ciclo di verifica.
Nei bruciatori a servizio intermittente si esplica durante il programma o una parte di esso o ad ogni avviamento del bruciatore.

B 4.9.2. Comando di blocco

Il circuito elettrico dell'elemento che aziona il dispositivo di blocco dell'apparecchio di comando e controllo deve essere verificato ad ogni avviamento o, meglio ancora, anche durante il funzionamento. L'interruzione di tale circuito elettrico deve impedire l'avviamento o dare il comando immediato di chiusura delle valvole a gas.

B 4.9.3. Autoverifica all'avviamento (prova per le sorgenti di luce esterne)

Un segnale di fiamma che si presenti durante il periodo di preventilazione deve impedire l'afflusso del gas e causare un arresto di blocco.
Questa verifica finisce al più presto 5 s prima dell'inizio dell'accensione.
L'autoverifica deve aver luogo durante l'avviamento.

B 4.9.4. Autoverifica durante il funzionamento per bruciatori di potenza termica nominale > 2 000 kW

L'autoverifica durante il funzionamento avviene simulando una mancanza di fiamma a predeterminati intervalli di tempo.

B 4.9.5. Diagrammi di funzionamento

Alcuni esempi di diagrammi di funzionamento sono presentati nelle fig. 13, 14 e 15.

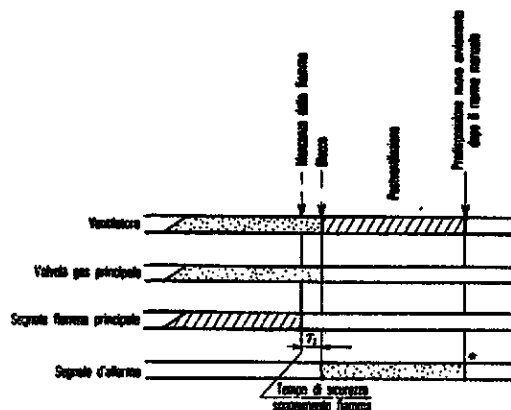
(segue)

* Dopo il riarmo manuale il segnale d'allarme deve essere tacitato

Fig. 13 — Diagramma dello spegnimento della fiamma durante il funzionamento normale

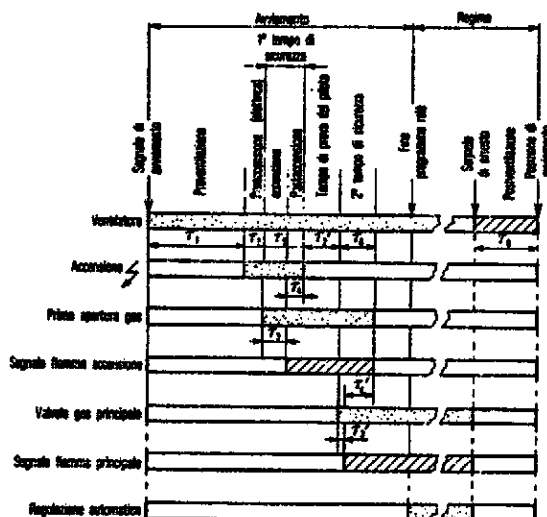



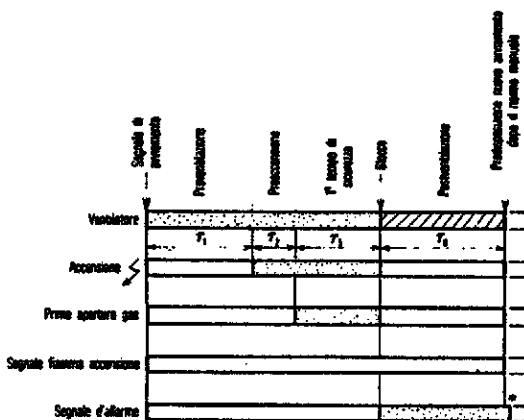
Fig. 14 — Diagramma di funzionamento

Dopo il riarmo manuale il segnale d'allarme deve essere tacitato

Fig. 15 — Diagramma di funzionamento per mancanza di fiamma all'avviamento (solo per fiamma d'accensione)

(segue)

B 5. Tecnica delle prove

B 5.1. Caratteristiche dell'apparecchio di comando e controllo

B 5.1.1. La tolleranza della tensione deve essere di +10 −15% della tensione nominale di funzionamento.

B 5.1.2. La tolleranza della frequenza deve essere del ± 3% della frequenza nominale di funzionamento.

B 5.2. Impianto di prova

Nell'impianto di prova la temperatura ambiente deve poter variare tra 0 e +40 °C e l'umidità relativa ambiente deve poter raggiungere il 70% a 40 °C e il 90% a 20 °C.

B 5.3. Precisione degli strumenti di misura

L'errore relativo dello strumento nella misura del tempo deve essere minore di 0,2%.
L'errore assoluto dello strumento nella misura della temperatura deve essere minore di 1 °C.
L'errore assoluto dello strumento nella misura della tensione deve essere minore dell'1,5%.
L'errore assoluto dello strumento nella misura dell'umidità deve essere minore del 5%.

B 5.4. Simulazione di fiamma

La fiamma può essere simulata in qualsiasi modo.
Il valore di soglia del segnale di fiamma che aziona il rivelatore di fiamma (switch-on point) e il valore che lo disinserisce (switch-off point) si ottengono agendo sul segnale elettrico che corrisponde alla rispettiva fiamma.

B 5.5. Interruzione delle prove

Se si riscontrano gravi difetti durante le prove, queste sono sospese.
Il laboratorio di prova segnala il difetto riscontrato al fornitore affinché provveda alle necessarie modifiche.
Le prove vanno riprese dall'inizio a modifica avvenuta.
Vengono considerati difetti gravi:

- il comando dell'apertura delle valvole gas realizzato in tempi non previsti dal normale programma di funzionamento;
- il mancato arresto di blocco nel caso di rivelazione di fiamma inesistente durante la fase di avviamento, o durante il funzionamento quando questa condizione sia esplicitamente prescritta.
  Nel caso di difetti non gravi le prove continuano dopo la riparazione o la sostituzione delle parti danneggiate e/o difettose.

B 5.6. Prova dei circuiti di comando e di sicurezza in condizione di nuovo

B 5.6.1. Misura delle caratteristiche nominali di funzionamento nelle condizioni di riferimento

B 5.6.1.1. Le prove sono effettuate in condizioni di riferimento:

- a 40% di umidità relativa;
- a carico nominale dei contatti.

Durante le misure il segnale di fiamma deve avere intensità tale da indicare chiaramente l'esistenza o l'assenza della fiamma. Ogni tempo deve essere misurato 10 volte, sia all'inserzione sia alla disinserzione del rivelatore di fiamma. La media aritmetica dei tempi misurati deve confermare i valori dichiarati dal fornitore, con le tolleranze indicate in B 5.6.3.4.

B 5.6.1.2. I tempi di sicurezza alle condizioni di riferimento non devono essere maggiori di quelli definiti in:

B 4.5	5 s per potenze ≤ 50 kW
	3 s per potenze > 50 kW ≤ 100 kW
	2 s per potenze > 100 kW
B 4.6	5 s
B 4.8	1 s

(segue)

B 5.6.2. Misura delle caratteristiche in condizioni speciali

Le condizioni speciali sono:

- tensione limite inferiore: 85% della tensione di riferimento
- tensione limite superiore: 110% della tensione di riferimento
- frequenza limite inferiore: −3% della frequenza di riferimento
- frequenza limite superiore: +3% della frequenza di riferimento
- temperatura minima: 0 °C
- temperatura: +40 o + 20 °C
- umidità relativa: 70% a 40 °C o 90% a 20 °C

Durante le prove l'apparecchio è provato consecutivamente con una sola delle condizioni speciali alla volta: il resto deve corrispondere alle condizioni di riferimento di cui al punto 5.6.1.
In ogni condizione speciale i tempi di inserzione e di disinserzione dell'apparecchio di comando e controllo fiamma sono misurati 3 volte. Il prolungamento di questi tempi non deve superare il 30% del valore di riferimento.

B 5.6.3. Prova di funzionamento prolungato

La prova di funzionamento prolungato viene eseguita seguendo le modalità seguenti.

B 5.6.3.1. Definizione dei cicli

Il ciclo normale consiste in:

- avviamento in condizioni di riferimento di funzionamento;
- mantenimento di condizioni di riferimento per 20 s;
- arresto di funzionamento;
- ritorno dell'apparecchio di comando e controllo nella posizione di avviamento;
- attesa di 20 s.

Un ciclo con posizione di blocco per non apparizione della fiamma all'avviamento consiste in:

- avviamento;
- arresto di blocco;
- ritorno dell'apparecchio di comando e controllo alla posizione di avviamento dopo sblocco (eventualmente automatico);
- attesa di 60 s.

Un ciclo con blocco in seguito a spegnimento della fiamma durante il funzionamento consiste in:

- avviamento normale;
- arresto di blocco (spegnimento della fiamma);
- ritorno dell'apparecchio di comando e controllo alla posizione di avviamento dopo sblocco (eventualmente automatico);
- attesa di 60 s.

B 5.6.3.2. Numero di cicli

La prova di funzionamento prolungato comprende:

- 1 000 cicli normali;
- 100 cicli con blocco per non apparizione del segnale di fiamma all'avviamento;
- 100 cicli con blocco per mancanza di fiamma in funzionamento.

Questi cicli non vengono eseguiti nelle condizioni di riferimento, ma in diverse serie.

Prima serie temperatura: 0 °C;
altre condizioni di riferimento:
100 cicli normali;
10 cicli con blocco di avviamento;
10 cicli con blocco durante il funzionamento.

Seconda serie: temperatura: 40 °C;
altre condizioni di riferimento:
100 cicli normali;
10 cicli con blocco di avviamento;
10 cicli con blocco durante il funzionamento.

(segue)

Terza serie umidità: 70% a 40 °C;
altre condizioni di riferimento:
100 cicli normali;
10 cicli con blocco di avviamento;
10 cicli con blocco durante il funzionamento.

Quarta serie : umidità: 90% a 20 °C;
altre condizioni di riferimento:
100 cicli normali;
10 cicli con blocco di avviamento;
10 cicli con blocco durante il funzionamento.

Quinta serie : tensione: 85% della tensione nominale;
altre condizioni di riferimento:
100 cicli normali;
10 cicli con blocco di avviamento;
10 cicli con blocco durante il funzionamento.

Sesta serie tensione: 110 % della tensione nominale;
altre condizioni: di riferimento;
100 cicli normali;
10 cicli con blocco di avviamento;
10 cicli con blocco durante il funzionamento.

Settima serie: condizioni di riferimento secondo B 5.6.1.;
400 cicli normali;
40 cicli con blocco di avviamento;
40 cicli con blocco durante il funzionamento.

B 5.6.3.3. Misura delle caratteristiche

Dopo aver eseguito tutti i cicli di ogni serie, i tempi e i valori di soglia all'inserzione e disinserzione del rivelatore di fiamma sono misurati 3 volte nelle condizioni di riferimento.

B 5.6.3.4. Tolleranza delle misure medie

Durante le prove nelle condizioni di riferimento (7ª serie):

- i tempi di sicurezza non devono variare più del ± 10% nelle 3 misure rispetto al valore medio rilevato nelle stesse;
- gli altri tempi, soprattutto i tempi del programma prestabilito, non devono variare più del ± 20% nelle 3 misure, rispetto ai valori medi rilevati nelle stesse.

Nelle prove in condizioni speciali (dalla 1ª alla 6ª serie) le variazioni non devono superare il doppio dei valori precisati sopra. Dopo aver compiuto tutte le prove di funzionamento prolungato (1ª...7ª serie) nessuna variazione deve superare il triplo dei valori specificati sopra, rispetto alla media di tutte le medie.

B 6. Targa e istruzioni

Ogni dispositivo di comando e controllo dei bruciatori deve essere munito di una targa visibile sulla quale devono almeno essere riportate le indicazioni seguenti.

B 6.1. Targa

- Marchio di fabbrica e nome del fornitore;
- sigla (codice o data o numero) che definisce il programma di funzionamento;
- tensione e frequenza nominali di funzionamento;
- anno di costruzione o codice corrispondente che può anche essere compreso nella sigla.

B 6.2. Numerazione dei morsetti e schema di collegamento

La numerazione dei morsetti e lo schema di collegamento devono essere riportati in punti appropriati, per consentire l'esecuzione corretta dell'assemblaggio.

(segue)

B 6.3. Istruzioni

La documentazione tecnica riguardante il funzionamento, la costruzione, i tempi e altri dati tecnici dell'apparecchio di comando e controllo devono essere disponibili e dati a corredo dei campioni da provare.
In particolare devono riportare i valori minimi della corrente di rivelazione.

B 7. Certificato di prova

Il certificato di prova deve dare tutte le informazioni sulla prova riguardanti le caratteristiche di costruzione e di funzionamento ed in particolare le indicazioni seguenti:

- il numero di protocollo del laboratorio di prova e la data del certificato di prova;
- un confronto fra le caratteristiche del dispositivo di comando e controllo e le caratteristiche riportate in B 3;
- un confronto sui risultati della prova in rapporto ai valori limiti prescritti;
- un riassunto dei risultati di prova risultati eventualmente negativi;
- il nome del laboratorio di prova e la firma del direttore dello stesso.

Tutte le indicazioni devono essere date in lingua italiana.

APPENDICE C[4]

Dispositivi per la prevenzione delle fughe interne di gas

C 1. Generalità

C 1.1. Scopo

La presente appendice contiene le prescrizioni riguardanti la costruzione, ai fini della sicurezza, dei dispositivi di prevenzione delle fughe interne di gas, nonché le modalità e le tecniche di prova per verificare tali caratteristiche.
Nel caso che nei dispositivi di controllo siano contenuti componenti per i quali già esistono delle norme, valgono le prescrizioni delle norme relative se i singoli componenti non sono già stati sottoposti separatamente a prove.
Non si riportano norme legislative e norme nazionali di installazione alle quali fornitore e installatore devono comunque attenersi.
Quando è previsto che si debbano montare i dispositivi per la prevenzione delle fughe e qualora non si utilizzino i dispositivi di cui in C 2, il bruciatore deve essere provvisto di un attacco per scarico in atmosfera munito di elettrovalvola di sfiato normalmente aperta a bruciatore fermo avente le dimensioni riportate nel prospetto IX. L'elettrovalvola di sfiato deve restare aperta quando nell'avvolgimento non circola corrente (eccitazione inversa alle elettrovalvole inserite nella tubazione di adduzione gas al bruciatore).

Prospetto IX — Dimensioni delle elettrovalvole di sfiato

Dimensione della elettrovalvola di sicurezza in	Dimensione della elettrovalvola di sfiato in
≤ 11/2	3/4
2	1
21/2	11/4
3	11/2
≥ 4	2

L'elettrovalvola di sfiato deve essere corredata di un dispositivo che permetta l'accensione del bruciatore solo se la valvola è chiusa (per esempio microinterruttore di fine corsa).
L'avviamento del bruciatore deve essere consentito dal dispositivo di comando e controllo solo dopo il consenso del dispositivo che conferma la chiusura della elettrovalvola di sfiato.

Nota — *La tubazione di sfiato in atmosfera deve avere lo stesso diametro della elettrovalvola di sfiato.*

(segue)

4) Questa appendice sarà sostituita quando verranno pubblicate le norme specifiche.

C 1.2. Oggetto

La presente appendice si riferisce a tutti i dispositivi per la prevenzione delle fughe interne di gas sui bruciatori automatici, compresi quelli misti e combinati, per la parte afferente il gas, contemplati nella presente norma di cui questa appendice fa parte integrante.

C 1.3. Condizioni di riferimento

Le condizioni di riferimento sono:

- temperatura del gas secco: 15 °C;
- temperatura ambiente convenzionale: 25 °C;
- pressione atmosferica: 1 013 mbar;
- tensione: 220 V;
- frequenza: 50 Hz.

C 2. Classificazione

I dispositivi per la prevenzione delle fughe interne di gas si classificano in:

- dispositivi di controllo della tenuta interna delle elettrovalvole di sicurezza;
- dispositivi di controllo della chiusura delle elettrovalvole di sicurezza.

C 3. Caratteristiche costruttive

C 3.1. Caratteristiche costruttive generali

C 3.1.1. Attacchi

Per gli attacchi filettati o flangiati vale quanto prescritto nella norma.

C 3.1.2. Materiali

I materiali e le loro qualità, i componenti e il dimensionamento vanno scelti in modo che per gli apparecchi, installati correttamente e in presenza delle sollecitazioni meccaniche, chimiche e termiche presenti nel funzionamento normale, siano garantite una stabilità e una durata adeguate.

C 3.1.3. Protezione anticorrosione

Le parti funzionalmente importanti immerse nel flusso di gas vanno protette in modo durevole e appropriato.

C 3.1.4. Membrane e soffietti

Membrane e soffietti e parti similari devono poter funzionare senza impedimenti.

C 3.1.5. Dispositivi elettrici

I dispositivi elettrici devono essere conformi a quanto prescritto dalla legge 1 marzo 1968, N. 186 (norme CEI). Il grado di protezione elettrica deve essere non minore di IP 40.

C 3.1.6. Resistenza alla temperatura

Deve essere garantito un funzionamento normale nel campo di temperature da 0 a +60 °C.
Per gli apparecchi installati all'esterno deve essere dichiarato e garantito il funzionamento alle temperature da −15 a +60 °C.

C 3.1.7. Tenuta esterna

Il controllo della tenuta esterna deve avvenire come indicato nella norma per i singoli dispositivi ammessi.

(segue)

C 3.1.8. Tenuta interna

Il controllo della tenuta interna deve avvenire come indicato dalla norma per i singoli dispositivi ammessi.

C 3.2. Caratteristiche costruttive particolari

C 3.2.1. Dispositivo di controllo della tenuta interna delle elettrovalvole di sicurezza

C 3.2.1.1. Generalità

Il dispositivo di controllo della tenuta interna delle elettrovalvole di sicurezza deve essere conforme alle seguenti esigenze di stabilità, manovrabilità e durata:

- la costruzione del dispositivo deve essere tale che, nelle condizioni di funzionamento normali, non possano verificarsi deformazioni permanenti, né danni di alcun genere;
- tutti i materiali devono avere una resistenza meccanica sufficiente per le condizioni normali di impiego;
- gli elementi di comando manuale non devono procurare danni all'operatore;
- tutti gli organi elettrici sollecitati ad ogni operazione di verifica devono sopportare un minimo di 50 000 operazioni in condizioni corrispondenti a quelle di esercizio e con carico elettrico nominale;
- i componenti sollecitati nelle sole operazioni di blocco e sblocco, devono sopportare un minimo di 1 000 operazioni.

C 3.2.1.2. Portata dei contatti

La portata dei contatti a regime non deve essere minore di 2 A alla tensione di 220 V e cos φ 0,6.

C 3.2.1.3. Tenuta esterna

Se il dispositivo di controllo della tenuta è a contatto con il gas in pressione deve essere controllata la sua tenuta verso l'esterno. La fuga massima ammissibile è di 20 cm^3/h con pressione 1,2 volte il valore della pressione di esercizio massima indicata dal fornitore e comunque non minore di 150 mbar.

C 3.2.2. Dispositivo di controllo della chiusura delle elettrovalvole di sicurezza

C 3.2.2.1. Costruzione del dispositivo di controllo della chiusura.

C 3.2.2.1.1. Le elettrovalvole di sicurezza devono essere provviste di un secondo organo di otturazione e di un interruttore che segnali l'avvenuta chiusura del secondo otturatore.

C 3.2.2.1.2. Tutti gli organi elettrici sollecitati ad ogni operazione di verifica devono sopportare un minimo di 50 000 operazioni in condizioni corrispondenti a quelle di esercizio e con carico elettrico nominale.

C 3.2.2.1.3. Oltre a quanto descritto sopra, l'elettrovalvola di sicurezza deve corrispondere a quanto indicato in 5 e seguenti della UNI 8917.

C 3.2.2.2. Portata dei contatti

La portata dei contatti a regime non deve essere minore di 2 A alla tensione di 220 V e cos φ 0,6.

C 4. Caratteristiche di funzionamento

C 4.1. Dispositivo di controllo della tenuta interna delle elettrovalvole di sicurezza

(segue)

C 4.1.1. *Funzionamento*

Il funzionamento, per quanto riguarda sequenza e durata della prova, deve essere descritto nelle istruzioni di montaggio e impiego. Esso deve essere garantito in tutte le posizioni di installazione indicate dal fornitore.

C 4.1.2. **Condizioni limite di temperatura**

Il funzionamento del dispositivo di controllo della tenuta deve essere garantito entro il campo di temperatura indicato dal fornitore. Le temperature minima e massima devono comunque essere comprese entro i limiti seguenti:

$$0\ °C \leq T \leq 60\ °C$$

Per i dispositivi installati all'esterno deve essere dichiarato e garantito il funzionamento alle temperature tra − 15 e + 60 °C.

C 4.1.3. **Intervento in caso di fuga**

Nel prospetto X sono riportate le fughe oltre le quali il dispositivo di controllo della tenuta deve impedire l'avviamento del bruciatore.

Prospetto X — Fuga massima ammessa

Potenza kW	Fuga massima con aria secca 25 °C l/h
da 600 fino a 2 000	100
oltre 2 000	300

C 4.2. Dispositivo di controllo della chiusura delle elettrovalvole di sicurezza

C 4.2.1. **Generalità**

Le elettrovalvole di sicurezza devono corrispondere alla UNI 8917.

C 4.2.2. **Tenuta interna del secondo organo di otturazione**

Il secondo organo di otturazione deve essere tale per cui i valori misurati della fuga, con l'otturatore principale ancora aperto, devono essere minori dei valori indicati nel prospetto X.

C 4.2.3. **Intervento in caso di mancata chiusura**

Il dispositivo deve impedire l'avviamento del bruciatore nel caso di mancata chiusura del secondo organo di otturazione.

C 5. Tecnica delle prove

Al laboratorio di prova devono essere inviati 3 esemplari.

C 5.1. Dispositivo di controllo della tenuta interna delle elettrovalvole di sicurezza

C 5.1.1. **Generalità**

Ogni modello deve essere provato come unità completa.

(segue)

C 5.1.2. Documentazione per la prova

Occorre fornire, oltre all'apparecchio da provare, la seguente documentazione:

— schema elettrico funzionale;
— schema di cablaggio;
— disegni del montaggio su tubazione;
— schema dei collegamenti alla morsettiera;
— descrizione di funzionamento;
— istruzione di montaggio e impiego;
— certificato per le parti eventualmente già provate;
— illustrazioni tecniche.

C 5.1.3. Prova di tenuta esterna

Viene controllato che siano rispettate le prescrizioni riportate in C 3.2.1.3. La tecnica della prova è quella specificata in 6.7.2. Si utilizzano dispositivi illustrati in fig. 7 e 8 secondo che la pressione di prova sia uguale o maggiore di 150 mbar. Si procede quindi secondo quanto indicato in 7.2 della UNI 8917.

C 5.1.4. Attrezzature di prova

L'apparecchio di controllo della tenuta viene montato in un sistema di prova nel quale sia possibile simulare lo svolgimento di tutte le funzioni a cui è destinato l'apparecchio (provocare una fuga artificialmente).

C 5.1.5. Prova di funzionamento prolungato

Occorre in particolare verificare se l'apparecchio è rispondente a quanto prescritto in C 3.1.5, C 3.1.6, C 3.2.1.1, C 3.2.1.3 e C 4.1.3. L'apparecchio deve essere sottoposto a 1 000 cicli complessivi, dopo di che si provvede a verificare che l'apparecchio mantenga le prestazioni iniziali.

C 5.1.6. Prova di funzionamento

La prova di funzionamento viene effettuata eseguendo il montaggio secondo le istruzioni, i collegamenti secondo lo schema e viene verificata la rispondenza a quanto prescritto in C 4.1.1 ad una tensione da 0,85 a 1,1 volte quella nominale.

C 5.2. Dispositivo di controllo della chiusura delle elettrovalvole di sicurezza

C 5.2.1. Generalità

Il dispositivo deve sottostare alle prove descritte in 7 della UNI 8917.

C 5.2.2. Prova di tenuta

Il dispositivo di controllo della chiusura viene montato come indicato nella fig. 8.
Si porta l'organo di otturazione in posizione tale che il dispositivo dia il consenso di avvenuta chiusura senza che l'organo di otturazione principale sia chiuso.
In tali condizioni si esegue la prova di tenuta interna, verificando che i valori di fuga siano minori di quelli riportati in C 4.2.2.

C 5.2.3. Prova di funzionamento prolungato

Il dispositivo viene sottoposto a 1 000 cicli complessivi dopo di che si verifica che l'apparecchio sia rispondente a quanto prescritto in C 3.1.5, C 3.1.6 e C 4.2.2.

C 5.2.4. Prova di funzionamento

La prova di funzionamento viene effettuata eseguendo il montaggio secondo le istruzioni, i collegamenti secondo lo schema e viene verificata la rispondenza a quanto prescritto in C 4.1.1 ad una tensione da 0,85 a 1,1, volte quella nominale.

(segue)

C 6. Targa e istruzioni

C 6.1. Targa

C 6.1.1. Dispositivi di controllo della tenuta

I dispositivi di controllo della tenuta devono essere muniti di una targa visibile sulla quale devono essere riportate le indicazioni seguenti:

- nome del fornitore e/o marchio registrato;
- tipo;
- temperatura ambiente (solo per i valori non compresi nel campo da 0 a 60 °C);
- dati di funzionamento elettrici (tensione, corrente, potenza assorbita in VA).

C 6.1.2. Dispositivi di controllo della chiusura

I dispositivi di controllo della chiusura delle elettrovalvole di sicurezza devono essere muniti di una targa visibile come descritto in 8.1 della UNI 8917.

C 6.2. Istruzioni

C 6.2.1. Dispositivi di controllo della tenuta

Devono essere forniti in particolare i dati relativi al funzionamento riguardanti la sequenza e la durata del controllo della tenuta.

C 6.2.2. Dispositivi di controllo della chiusura

Il dispositivo di controllo della chiusura deve essere fornito con tutte le istruzioni necessarie al montaggio, installazione, funzionamento e regolazione, come previsto in 8.2 della UNI 8917.

C 7. Certificato di prova

Il certificato di prova deve dare tutte le informazioni sulla prova riguardanti le caratteristiche di costruzione e di funzionamento ed in particolare le indicazioni seguenti:

- il numero di protocollo del laboratorio di prova e la data del certificato di prova;
- un confronto fra le caratteristiche del dispositivo per la prevenzione delle fughe interne di gas e le caratteristiche riportate in C 3;
- un confronto sui risultati della prova in rapporto ai valori limite prescritti;
- un riassunto dei risultati di prova risultati eventualmente negativi;
- il nome del laboratorio di prova e la firma del direttore dello stesso.

Tutte le indicazioni devono essere date in lingua italiana.

Bruciatori di gas ad aria soffiata
Prescrizioni di sicurezza
(UNI 8042)

Studio del progetto — **Gruppo di lavoro 2 della Commissione C 3 "Riscaldamento" del CIG** (Comitato Italiano Gas, federato all'UNI — Milano, viale Brenta, 27), riunioni dal nov. 1986 al marzo 1987.

Esame ed approvazione — **Consiglio di Presidenza del CIG,** riunione del 24 mar. 1987.

Esame finale ed approvazione — **Commissione Centrale Tecnica dell'UNI,** riunione del 2 feb. 1988.

Ratifica — **Presidente dell'UNI,** delibera del 4 mar. 1988.

La pubblicazione della presente norma avviene con la partecipazione finanziaria dei Soci, dell'Industria, dei Ministeri e del CNR.

CDU 697.382:662.76:001.4 Norma Italiana Dicembre 1982

CIG

Generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatore ad aria soffiata
Termini e definizioni

UNI 8124

Warm air furnaces with forced air gas burner — Terms and definitions

Numero d'ordine	Termine	Simbolo	Definizione
1.	generatore d'aria calda		Apparecchio di riscaldamento dell'aria mediante produzione di calore in una camera di combustione con scambio termico attraverso pareti senza fluidó intermediario, in cui il flusso d'aria è mantenuto da uno o più ventilatori.
1.1.	generatore pressurizzato		Apparecchio nel quale la pressione in camera di combustione è maggiore della pressione ambiente.
1.2.	generatore non pressurizzato		Apparecchio nel quale la pressione in camera di combustione è uguale o minore della pressione ambiente.
2.	involucro		Pareti esterne del generatore atte a convogliare l'aria verso la o le bocche di mandata ed a limitare le dispersioni di calore verso l'esterno.
3.	scambiatore di calore		Parte del generatore attraverso la cui superficie avviene lo scambio di calore tra i prodotti della combustione e l'aria trattata; in tale superficie è compresa quella delle pareti della camera di combustione.
4.	camera di combustione		Spazio entro il quale si sviluppa la fiamma.
5.	ventilatore dell'aria		Apparecchio che assicura il flusso dell'aria trattata nel generatore.
6.	aspiratore dei prodotti della combustione		Apparecchio che contribuisce allo scarico dei prodotti della combustione.
7.	dispositivo di azionamento del ventilatore e dell'aspiratore		Insieme comprendente uno o più motori elettrici con i loro eventuali organi di trasmissione.
8.	bruciatore		Apparecchio con ventilatore incorporato o separato che consente di realizzare la miscelazione aria – gas e di assicurarne la combustione.
9.	ugello		Organo che determina, con il suo orifizio, la portata del gas al bruciatore.
10.	dispositivo di regolazione dell'aria comburente		Organo che consente di regolare la quantità di aria al bruciatore in funzione delle condizioni di alimentazione del gas.
11.	dispositivo di regolazione di portata del gas		Organo con cui si stabilisce il valore predeterminato di portata di gas per un bruciatore in funzione delle condizioni di alimentazione.

(segue)

Numero d'ordine	Termine	Simbolo	Definizione
12.	dispositivo di sicurezza		Organo esterno (pressostato, termostato, ecc.) sensibile alla grandezza controllata, che provoca un arresto di blocco del bruciatore ad un valore limite di sicurezza della grandezza suddetta e richiede un intervento manuale per il riavviamento del bruciatore.
13.	tempo di sicurezza	T_s	Tempo massimo in cui è consentito l'afflusso del combustibile in camera di combustione senza presenza di fiamma. È espresso in secondi (s).
14.	regolatore di pressione		Dispositivo destinato a mantenere il più costante possibile la pressione a valle, indipendentemente dalle variazioni della pressione a monte e della portata istantanea.
15.	regolatore di tiraggio		Dispositivo situato sul circuito di scarico dei prodotti della combustione di un generatore funzionante a tiraggio naturale, atto a diminuire l'influenza del tiraggio.
16.	volume di gas nelle condizioni normali o volume normale	V_n	Volume misurato allo stato secco a 0 °C e a 1 013 mbar. È espresso in metri cubi (m^3).
17.	volume di gas nelle condizioni "standard" o volume "standard"	V_{st}	Volume misurato allo stato secco a 15 °C e a 1 013 mbar. È espresso in metri cubi (m^3).
18.	portata in volume	q_v	Volume di gas secco consumato nell'unità di tempo alla temperatura di 15 °C ed alla pressione di 1 013 mbar. È espressa in metri cubi all'ora (m^3/h).
19.	portata nominale in volume	q_{vn}	Portata in volume dichiarata dal costruttore. È espressa in metri cubi all'ora (m^3/h).
20.	portata in massa	q_m	Massa di gas secco consumata nell'unità di tempo. È espressa in kilogrammi all'ora (kg/h).
21.	portata nominale in massa	q_{mn}	Massa di gas secco consumata nell'unità di tempo, dichiarata dal costruttore. È espressa in kilogrammi all'ora (kg/h).
22.	potere calorifico di un gas	H	
	– riferito al volume	H_v	Quantità di calore che si rende disponibile per effetto della combustione completa, a pressione costante, di 1 m^3 di gas secco, quando i prodotti della combustione siano riportati alla temperatura iniziale del combustibile e del comburente. È espresso in megajoule al metro cubo (MJ/m^3) o in kilocalorie al metro cubo ($kcal/m^3$).
	– riferito alla massa	H_m	Quantità di calore che si rende disponibile per effetto della combustione completa di 1 kg di combustibile, quando i prodotti della combustione siano riportati alla temperatura iniziale del combustibile e del comburente. È espresso in megajoule al kilogrammo (MJ/kg) o in kilocalorie al kilogrammo (kcal/kg).

(segue)

Numero d'ordine	Termine	Simbolo	Definizione
22.1.	**potere calorifico superiore di un gas**	H_s	Potere calorifico del gas, compreso il calore di condensazione del vapore d'acqua formatosi durante la combustione. Per gas contenenti idrogeno. È espresso in megajoule al metro cubo (MJ/m^3) o in kilocalorie al metro cubo ($kcal/m^3$).
22.2.	**potere calorifico inferiore di un gas**	H_i	Potere calorifico del gas, escluso il calore di condensazione del vapore d'acqua formatosi durante la combustione. Per gas contenenti idrogeno. È espresso in megajoule al metro cubo (MJ/m^3) o in kilocalorie al metro cubo ($kcal/m^3$).
23.	**densità di un gas relativa all'aria**	d	Rapporto di masse di volumi uguali di gas ed aria secchi, misurate nelle stesse condizioni di pressione e temperatura.
24.	**indice di Wobbe**	W	Rapporto tra il potere calorifico del gas e la radice quadrata della densità dello stesso gas. È espresso in megajoule al metro cubo (MJ/m^3) o in kilocalorie al metro cubo ($kcal/m^3$).
24.1.	**indice di Wobbe superiore**	W_s	Rapporto tra il potere calorifico superiore del gas e la radice quadrata della densità. È espresso in megajoule al metro cubo (MJ/m^3) o in kilocalorie al metro cubo ($kcal/m^3$).
24.2.	**indice di Wobbe inferiore**	W_i	Rapporto tra il potere calorifico inferiore del gas e la radice quadrata della densità. È espresso in megajoule al metro cubo (MJ/m^3) o in kilocalorie al metro cubo ($kcal/m^3$).
25.	**potenza termica spesa**	Q_s	Prodotto tra portata di combustibile e potere calorifico inferiore di questo. Sinonimo di portata termica, potenza termica della camera di combustione (focolare). È espresso in kilowatt (kW) o in kilocalorie all'ora (kcal/h).
26.	**potenza termica spesa nominale**	Q_{sn}	Potenza termica spesa dichiarata dal costruttore.
27.	**potenza termica globale**	Q_g	Differenza tra la potenza termica spesa in funzionamento continuo e a carico costante e la potenza termica persa al camino. È espressa in kilowatt (kW) o in kilocalorie all'ora (kcal/h).
28.	**potenza termica globale nominale**	Q_{gn}	Potenza termica globale dichiarata dal costruttore. È espressa in kilowatt (kW) o in kilocalorie all'ora (kcal/h).

(segue)

Numero d'ordine	Termine	Simbolo	Definizione
29.	**rendimento globale**	η_g	Rapporto tra la potenza termica globale e la potenza termica spesa. È espresso in per cento (%).
30.	**potenza elettrica nominale**		Potenza elettrica, dichiarata dal costruttore, necessaria per azionare i ventilatori. È espressa in kilowatt (kW).
31.	**pressione del gas di alimentazione**	p	Pressione statica relativa misurata al raccordo del gas all'apparecchio. È espressa in millibar (mbar)*
32.	**depressione o pressione nominale allo scarico dei prodotti della combustione**	h_{cam}	Depressione o pressione al raccordo di scarico dei prodotti della combustione alla potenza termica nominale. È espressa in millibar (mbar)*.
33.	**resistenza nominale del circuito dei prodotti della combustione**	Δh_f	Differenza di pressione fra camera di combustione e raccordo di scarico dei prodotti della combustione dichiarata dal costruttore. È espressa in millibar (mbar)*
34.	**depressione o pressione in camera di combustione**	h_c	Depressione o pressione necessaria per ottenere la potenza termica nominale. È espressa in millibar (mbar)*
35.	**eccesso d'aria nella combustione**	e	Rapporto tra la differenza dell'aria comburente effettiva e quella stechiometrica e l'aria stechiometrica stessa. È espresso in per cento (%) in volume.
36.	**evacuazione naturale**		Uscita dei prodotti della combustione dalla sezione di attacco del tubo di evacuazione per effetto del tiraggio naturale del camino.
37.	**evacuazione forzata**		Uscita dei prodotti della combustione dalla sezione di attacco del tubo di evacuazione per effetto di un aspiratore dei fumi o per effetto della pressurizzazione del circuito di combustione.

* Quale unità di misura della pressione il sistema internazionale prevede il pascal (Pa): 1 Pa = 10^{-2} mbar.

Generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatore ad aria soffiata
Termini e definizioni
(UNI 8124)

Studio del progetto – **Gruppo di lavoro 5 "Generatori di aria calda a gas" della Commissione C 3 "Riscaldamento" del CIG** (Comitato italiano gas, federato all'UNI – **Milano, viale Brenta, 27 - 29**), riunioni negli anni 1978 e 1979.

Pubblicazione dell'inchiesta – **1 ago. e 31 ott. 1979.**

Esame dopo l'inchiesta – **Consiglio di Presidenza del CIG**, referendum del 22 feb. 1980.

Esame finale ed approvazione – **Gruppo settoriale VI "Impianti ed apparecchi utilizzatori" della Commissione Centrale Tecnica dell'UNI**, riunione del 3 lug. 1980. **Commissione Centrale Tecnica dell'UNI**, riunione dell'8 lug. 1980.

Ratifica – **Presidente dell'UNI**, delibera del 10 mag. 1982.

CDU 697.382:662.76 Norma italiana Dicembre 1982

CIG	Generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatore ad aria soffiata Prescrizioni di sicurezza	UNI 8125

Warm air furnaces with forced air gas burner — Safety requirements

Dimensioni in mm

SOMMARIO

1. Generalità

1.1. Scopo

La presente norma contiene le prescrizioni riguardanti la costruzione ai fini della sicurezza dei generatori di aria calda per riscaldamento funzionanti a gas, nonché le modalità per eseguire le prove per la determinazione delle caratteristiche di funzionamento corrispondenti alla potenza termica nominale.

1.2. Campo di applicazione

La presente norma si applica ai generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatore ad aria soffiata e raccordati ad una canna fumaria o ad un dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione[1].

2. Classificazione

I gas sono classificati in famiglie in base alle loro caratteristiche; i generatori sono classificati in categorie secondo le famiglie dei gas utilizzabili.

I generatori sono inoltre classificati secondo:

- il principio di distribuzione dell'aria calda;

(segue)

1) Per i termini e le definizioni, vedere UNI 8124.

- il tipo di combustione;
- il modo di evacuazione dei prodotti della combustione;
- la disposizione dei componenti;
- la potenza termica nominale.

2.1. Classificazione dei gas

I gas combustibili si classificano in tre famiglie in funzione dell'indice di Wobbe riferito al potere calorifico inferiore W_i, alla pressione di 1 013 mbar e alla temperatura di 0 °C.

Prima famiglia	gas manifatturati W_i compreso fra 21,5 e 28,7 MJ/m³.
Seconda famiglia[2]	gas naturali (gruppo H) W_i compreso fra 43,4 e 52,4 MJ/m³.
Terza famiglia	gas di petrolio liquefatto W_i compreso fra 72,0 e 85,3 MJ/m³.

2.2. Classificazione dei generatori

2.2.1. **Secondo il tipo e il numero dei gas utilizzabili**, i generatori sono classificati come segue.

2.2.1.1. Categoria I

Questa categoria riguarda i generatori progettati esclusivamente per utilizzare i gas di una sola famiglia o anche eventualmente i gas di un solo gruppo.

Questa categoria comprende:

- categoria I_{2H}: generatori che utilizzano unicamente i gas del gruppo H della seconda famiglia;
- categoria I_3: generatori che possono utilizzare tutti i gas della terza famiglia (propano e butano).

2.2.1.2. Categoria II

Questa categoria riguarda i generatori progettati per l'utilizzazione dei gas di due famiglie.

Questa categoria comprende:

- categoria II_{12H}: generatori che possono utilizzare i gas della prima famiglia e i gas del gruppo H della seconda famiglia;
- categoria II_{2H3}: generatori che possono utilizzare i gas del gruppo H della seconda famiglia e i gas della terza famiglia.

2.2.1.3. Categoria III

Questa categoria comprende i generatori suscettibili di utilizzare i gas delle tre famiglie.

2.2.2. **Secondo il principio di distribuzione dell'aria calda**, i generatori si dividono nei seguenti tipi:

- indipendenti: generatori costruiti per utilizzazioni senza condotti d'aria;
- per condotti: generatori costruiti per essere raccordati a condotti di circolazione dell'aria.

2.2.3. **Secondo il tipo di combustione**, i generatori si dividono in:

- pressurizzati;
- non pressurizzati.

2.2.4. **Secondo il modo di evacuazione dei prodotti della combustione**, i generatori si dividono nei seguenti tipi:

- con evacuazione naturale dei prodotti della combustione;
- con evacuazione forzata dei prodotti della combustione.

2.2.5. **Secondo la disposizione dei componenti**, i generatori si dividono nei seguenti tipi:

- verticali con flusso d'aria verso l'alto;
- verticali con flusso d'aria verso il basso;
- orizzontali.

(segue)

2) La seconda famiglia comprende, oltre il gruppo H, il gruppo L che ha W_i compreso tra 37,1 e 42,7 MJ/m³

2.3. Esempio di classificazione

I generatori d'aria calda sono classificati secondo i seguenti elementi:

- la categoria;
- il principio di distribuzione dell'aria calda;
- il tipo di combustione;
- il modo di evacuazione dei prodotti della combustione;
- la disposizione dei componenti;
- la potenza termica nominale;
- il rinvio alla presente norma.

Esempio di classificazione di un generatore di III categoria indipendente, pressurizzato, con evacuazione forzata, orizzontale, avente potenza termica nominale di 100 kW:

Generatore - cat. III indipendente - pressurizzato - evacuazione forzata - orizzontale - 100 kW, secondo UNI 8125

3. Condizioni di adattabilità

Secondo la categoria di appartenenza le sole operazioni e regolazioni consentite per passare da un gas di un gruppo o di una famiglia a un gas di un altro gruppo o di un'altra famiglia e/o adattarsi alle differenti pressioni di distribuzione di un gas, sono indicate qui di seguito.

3.1. Categoria I

Categoria I_{2H}
Nessun intervento sui bruciatori.

Categoria I_3
Occorrono le seguenti regolazioni:

- regolazione della portata del gas con sostituzione di ugelli o per mezzo del regolatore di pressione del gas[3];
- regolazione della portata dell'aria comburente.

3.2. Categorie II e III

Occorrono le seguenti regolazioni:

- regolazione della portata di gas con sostituzione di ugelli e/o dispositivi di taratura del regolatore di pressione[4];
- regolazione della portata dell'aria comburente;
- regolazione della portata della fiamma d'avviamento (o del bruciatore pilota) per azione sia di un organo di regolazione, sia per sostituzione di ugelli.

4. Caratteristiche costruttive

4.1. Materiali

I materiali utilizzati devono essere tali che le caratteristiche di costruzione e di funzionamento dei generatori non vengano alterate nel tempo.
In particolare, tutte le parti del generatore devono resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali sono sottoposte.
Si verifica questa attitudine mediante la totalità delle prove.

4.2. Montaggio e robustezza

Tutti gli elementi devono essere costruiti e montati in maniera tale che le caratteristiche di funzionamento del generatore non siano modificate in condizioni normali di installazione e di impiego.

4.3. Accessibilità e facilità di manutenzione

Gli elementi che devono essere smontati per la manutenzione ordinaria non devono poter essere rimontati in modo da compromettere la regolarità di funzionamento del generatore.
Le parti mobili devono poter essere smontate con utensili comuni o di dotazione.

(segue)

3) Per i bruciatori alimentati da bidoni di GPL su installazioni singole o multiple (UNI 7130) è obbligatoria la messa fuori servizio del regolatore di pressione del bruciatore quando la pressione a monte è uguale alla pressione normale di prova.

4) I regolatori di pressione devono essere corredati dei dispositivi di taratura necessari per regolare i valori di pressione entro il campo ammesso dalle relative norme.

4.4. Tenuta

4.4.1. Tenuta del circuito gas

Nella linea di adduzione gas al bruciatore non devono trovarsi fori per viti, copiglie, ecc. destinati al montaggio dei pezzi.
La tenuta dei dispositivi di chiusura e dei pezzi filettati, sistemati sul circuito del gas, deve poter essere garantita anche dopo lo smontaggio e il rimontaggio. Per le giunzioni filettate devono essere usati materiali che assicurino la tenuta sul filetto.
Per le giunzioni saldate non si deve impiegare un materiale di apporto con punto di fusione minore di 450 °C.

4.4.2. Tenuta del circuito di combustione

La tenuta del generatore sino allo scarico o all'aspirazione dei prodotti della combustione deve essere realizzata soltanto mediante sistemi meccanici ad eccezione delle parti destinate a non essere smontate per la manutenzione ordinaria e che possono quindi essere congiunte mediante mastici o paste, in modo che nelle condizioni normali di utilizzazione venga assicurata la continuità della tenuta.

4.5. Dispositivi di evacuazione dei prodotti della combustione

L'attacco del tubo di evacuazione può essere femmina o maschio.
Se la sezione terminale è di forma circolare, la sovrapposizione dell'attacco del tubo deve avere una lunghezza almeno uguale a:

D/4 per un raccordo orizzontale, essendo *D* il diametro interno del tubo;

15 mm per un raccordo verticale.

In caso di attacco femmina, l'introduzione del tubo di scarico deve essere limitata da un arresto in modo da impedire che l'evacuazione dei prodotti della combustione sia disturbata.
Se la sezione di attacco è di forma rettangolare, in caso di attacco femmina deve essere possibile introdurre all'interno della sezione un condotto rettangolare avente le due dimensioni esterne minori di 2 mm rispetto alle corrispondenti dimensioni interne dell'attacco.
Il condotto deve poter essere introdotto per una lunghezza almeno pari a 1/4 del suo lato maggiore (*L* max.) e l'introduzione deve essere limitata da un arresto in modo da impedire che la evacuazione dei prodotti della combustione sia disturbata.
In caso di attacco maschio devono essere applicati gli stessi criteri riferendoli al caso specifico.
Quando i generatori sono dichiarati per funzionamento con evacuazione forzata dei prodotti della combustione, non devono essere muniti di regolatore di tiraggio. Possono o meno essere muniti di aspiratore dei prodotti della combustione.

4.6. Visibilità della fiamma

Il funzionamento corretto del bruciatore, nonché la stabilità della fiamma devono poter essere controllati visivamente.
Non è consentito il controllo visivo della fiamma mediante sportello apribile.

4.7. Apparecchiature di sicurezza

I generatori devono essere muniti di un termostato di limite della temperatura dell'aria alla bocca di uscita tarato in modo da evitare che la temperatura media dell'aria superi 80 °C.
Il termostato di limite deve provocare un arresto di blocco del bruciatore; deve essere tarato dal costruttore e non deve poter essere manomesso.
Per i generatori muniti di aspiratore dei prodotti della combustione si richiede l'applicazione di un dispositivo di sicurezza che asserva il funzionamento del bruciatore a detto aspiratore.

4.8. Bruciatori

Ad eccezione di quanto indicato in 5.5.3, il bruciatore deve soddisfare ai requisiti di cui alla UNI 8042.
La posizione del bruciatore deve essere ben determinata e il suo fissaggio deve essere tale che sia impossibile posizionarlo in modo incorretto.

4.9. Ventilatori dell'aria

Le parti rotanti dei ventilatori e le apparecchiature elettriche non devono essere direttamente accessibili.

4.10. Apparecchiature elettriche

Le parti elettriche devono essere conformi alle norme CEI.

(segue)

5. Caratteristiche di funzionamento

Il generatore di aria calda, alla potenza termica nominale, deve soddisfare a tutti i requisiti stabiliti dai punti seguenti.
Nel caso di generatori di aria calda commercializzati senza bruciatore, il bruciatore di prova deve essere scelto tra almeno una terna di bruciatori indicata dal costruttore del generatore.
Nel caso di gruppi generatore-bruciatore, la prova viene effettuata con il bruciatore fornito con il generatore.
In ogni caso il costruttore deve garantire che il bruciatore applicato al generatore è conforme a quanto previsto dalla UNI 8042.

5.1. Condizioni di igienicità

Agli effetti igienici il tenore di CO nei prodotti della combustione secchi e senz'aria non deve essere maggiore di 0,1% quando il generatore è alimentato con il gas di riferimento nelle condizioni normali.
Le condizioni di prova sono indicate in 6.9.
Durante le prove per la determinazione del tenore di CO, il rendimento termico globale, riferito al potere calorifico inferiore, determinato come indicato in 6.10, deve raggiungere almeno i valori indicati nel grafico della fig. 1.

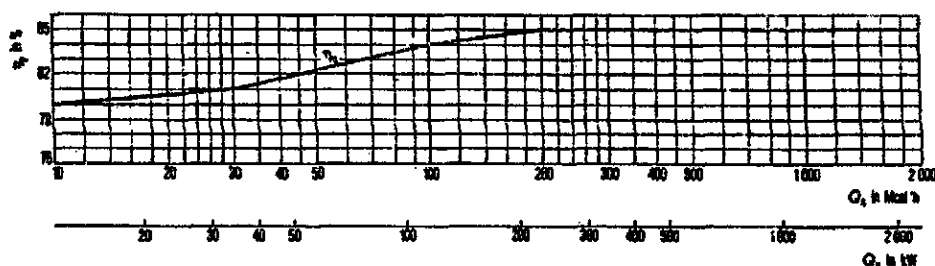



Fig. 1 - Valori di rendimento

I valori di rendimento si devono ottenere con il bruciatore regolato con lo stesso eccesso d'aria fissato durante la prova di combustione.

5.2. Eccesso d'aria

Le prove sono effettuate con un eccesso d'aria massimo del 20%.

5.3. Temperatura dei prodotti della combustione

La temperatura dei prodotti della combustione, misurata come indicato in 6.9.2, non deve essere minore di 120 °C alla potenza termica nominale.

5.3.1. Temperatura delle apparecchiature di controllo, sicurezza e regolazione

Nelle condizioni di prova la temperatura delle apparecchiature di controllo, sicurezza e regolazione non deve essere maggiore, nei punti di presa, rispetto alla temperatura ambiente di:

35 °C per i metalli o materiali equivalenti;
45 °C per la porcellana o materiali equivalenti;
60 °C per le materie plastiche o materiali equivalenti.

I rivestimenti anticorrosivi delle parti metalliche non devono essere danneggiati dal calore sviluppato dal bruciatore.

5.3.2. Temperatura della superficie dell'involucro

La differenza di temperatura tra la superficie esterna dell'involucro e l'aria ambiente non deve avere un valore maggiore di 50 °C.
Da questa prescrizione sono esclusi: il raccordo di evacuazione dei prodotti della combustione, gli eventuali portelli della camera di combustione e tutti i punti situati ad una distanza minore di 150 mm dalle parti suddette.

5.4. Tenuta

5.4.1. Tonuta del circuito gas (esterna)

Il circuito gas del bruciatore e le apparecchiature di sicurezza e regolazione ivi inserite devono essere a tenuta verso l'esterno.
Essa è assicurata quando la prova, effettuata con aria alla pressione di 150 mbar, non consente una fuga di gas maggiore di:

70 cm³/h per i generatori di potenza termica spesa nominale $Q_{sn} \leq 100$ kW;
140 cm³/h per i generatori di potenza termica spesa nominale $100 < Q_{sn} \leq 350$ kW;
210 cm³/h per i generatori di potenza termica spesa nominale $350 < Q_{sn} \leq 2\,000$ kW.

(segue)

5.4.2. **Tenuta del circuito combustione**

Durante le prove effettuate in condizioni normali di tiraggio non è ammessa alcuna uscita dei prodotti della combustione, se non dall'attacco del tubo di evacuazione al quale è collegato il generatore.
La prova si effettua come indicato in 6.6.2.

5.5. Regolarità di funzionamento

5.5.1. Sicurezza di funzionamento

Il bruciatore deve funzionare senza vibrazioni passando dalla minima alla massima pressione di alimentazione del gas e alle pressioni minima e massima esistenti in camera di combustione.
Non si devono avere fenomeni di distacco e ritorno di fiamma al livello della testa di combustione.

5.5.2. Accensione, interaccensione e stabilità di fiamma

L'accensione del bruciatore, che avviene per mezzo di una scintilla elettrica sia direttamente, sia tramite un bruciatore pilota o fiamma di avviamento, deve garantire la formazione di una fiamma stabile dopo la fine del tempo di preventilazione.
Per i bruciatori a ugelli multipli l'interaccensione deve avvenire in modo corretto.

5.5.3. Preventilazione della camera di combustione

La preventilazione della camera di combustione e delle diverse parti del circuito dei prodotti della combustione è obbligatoria per ogni operazione di accensione o riaccensione del bruciatore, nel caso in cui non esista una fiamma permanente nella camera di combustione.
Il volume minimo di aria di preventilazione deve essere di quattro volte il volume della camera di combustione con tempo di preventilazione non minore di 30 s.

5.5.4. Tempi di sicurezza massimi

Secondo la potenza termica spesa del generatore i tempi di sicurezza massimi in avviamento e in funzionamento sono dati dal prospetto I.

Prospetto I – Tempi di sicurezza massimi

Bruciatore	Potenza termica spesa nominale Q_{sn} kW	Tempo di sicurezza*		Mancanza di fiamma in funzionamento	
		in avviamento T_s s	in funzionamento T_s s	Tentativo di riaccensione nel tempo di sicurezza	Rimessa in marcia con ripresa normale del ciclo
Bruciatore principale	fino a 50	6	2	SI	SI
	oltre 50 fino a 100	4	2	SI	SI
	oltre 100 fino a 350	3	2	NO	SI
	oltre 350	3	2	NO	NO
Bruciatore pilota o fiamma di avviamento	fino a 50	6	2	-	-
	oltre 50 fino a 100	4	2	-	-
	oltre 100 fino a 350	3	2	-	-
	oltre 350	3	2	-	-

* Il tempo di sicurezza è misurato alla tensione e frequenza nominali.

(segue)

6. Prove

6.1. Caratteristiche dei gas di riferimento

In ogni famiglia di gas, quello che corrisponde alla media dei gas più correntemente distribuiti e per il quale sono specificamente progettati i generatori, è chiamato gas di riferimento.
Le caratteristiche dei gas di riferimento sono riportate nel prospetto II.

Prospetto II – Caratteristiche dei gas di riferimento

Famiglia	Tipo di gas	Simbolo del gas	Composizione in volume	Densità relativa *d*	Indice di Wobbe inferiore W_i		Potere calorifico inferiore H_i	
					MJ/m³	kcal/m³	MJ/m³	kcal/m³
1ª famiglia	Gas di riferimento	G 110	50% H_2 26% CH_4 24% N_2	0,411	22,9	5 480	14,7	3 510
2ª famiglia (gruppo H)	Gas di riferimento	G 20	CH_4	0,554	48,2	11 520	35,9	8 570
3ª famiglia	Gas di riferimento	G 30	C_4H_{10}	2,077	85,3	20 350	122,8	29 330

6.2. Composizione dei gas di prova

Le composizioni dei gas usati per le prove devono essere il più vicino possibile a quelle date nel prospetto II.
Per la preparazione di questi gas devono essere rispettate le regole seguenti:

- l'indice di Wobbe del gas utilizzato deve essere uguale al valore, indicato nella casella del gas di prova corrispondente ± 2% (questa tolleranza comprende l'errore degli apparecchi di misura);
- i gas per la preparazione delle miscele devono avere almeno il seguente grado di purezza:

azoto	N_2	99%	
idrogeno	H_2	99%	
metano	CH_4	95%	con un tenore totale di H_2, CO e O_2 minore
propano	C_3H_8	95%	dell'1% e un tenore totale di N_2 e CO_2 minore
butano	C_4H_{10}	95%	del 2%.

Tuttavia, queste condizioni non sono vincolanti per ciascuno dei costituenti se la miscela finale ha una composizione identica a quella della miscela che si sarebbe ottenuta utilizzando costituenti di purezza richiesta.
Si può dunque, per preparare una miscela, partire da un gas contenente già in proporzioni convenienti parecchi costituenti della miscela finale. Inoltre, per i gas della seconda famiglia, è possibile per le prove effettuate con il gas di riferimento G 20, sostituire il metano con il gas naturale anche se la sua composizione non corrisponde alle condizioni precedenti per i tenori di CH_4, N_2 e CO_2, purché dopo una aggiunta eventuale sia di propano sia di azoto, secondo i casi, la miscela finale abbia un indice di Wobbe W_i uguale a 48,2 MJ/m³ (11 520 kcal/m³) ± 2%.

6.3. Effettuazione pratica delle prove

6.3.1. Utilizzazione dei gas di prova

Le prove previste in 6.7 e 6.9 devono essere eseguite con i gas definiti in 6.1, rispettando le tolleranze indicate in 6.2.
Per le prove, al fine di facilitarne la realizzazione, è possibile sostituire il gas di riferimento con il gas realmente distribuito, purché siano rispettate le seguenti condizioni:

- il bruciatore viene regolato in modo da ottenere la stessa potenza termica spesa che si sarebbe ottenuta con il gas di riferimento (una sostituzione di ugelli è ammessa);
- l'aria comburente viene regolata ad un valore vicino a quello ottenuto con il gas di riferimento corrispondente, sia mediante azione sul dispositivo di regolazione dell'ammissione di aria, sia mediante variazione della pressione di alimentazione.

6.3.2. Scelta dei gas di prova

Quando un apparecchio può utilizzare gas appartenenti a diversi gruppi o famiglie, si esegue una scelta fra i gas di prova indicati nel prospetto II, tenendo conto delle specificazioni riportate in 6.5.1 secondo la categoria di appartenenza del generatore.

(segue)

Questa scelta è fatta conformemente al prospetto III.
Le prove si effettuano nelle condizioni di alimentazione (pressione) e con i gas di riferimento della categoria alla quale appartiene il generatore conformemente alle indicazioni riportate nel prospetto III.
I bruciatori sono in precedenza regolati come segue: essi sono alimentati con il gas di riferimento e alla pressione normale in modo da ottenere la portata nominale; in seguito si regola, se esiste, il dispositivo di ammissione di aria in modo da ottenere un funzionamento ottimo ed avere un eccesso d'aria non maggiore del 20%.

Prospetto III - Gas di prova

Tipo di gas	Simbolo del gas per categoria				
	I_{2H}	I_3	II_{12H}	II_{2H3}	III
Gas di riferimento	G 20	G 30	G 110 G 20	G 20 G 30	G 110 G 20 G 30

6.4. Pressione di prova

I valori della pressione di prova, cioè della pressione di alimentazione al raccordo di arrivo del gas al generatore, sono dati nel prospetto IV.

Prospetto IV - Pressioni di prova

Natura del gas	Pressione		
	normale mbar	minima mbar	massima mbar
Gas di riferimento G 110	8	6	15
Gas di riferimento G 20	18	15	23
Gas di riferimento G 30	30	25	35

6.5. Condotta delle prove

6.5.1. Prove per le quali è necessario l'impiego di tutti i gas

Le prove definite in 6.7 e 6.9 vengono effettuate con ciascuno dei gas di riferimento alle pressioni indicate nei punti precedenti.
Per ciascuno di questi gas di riferimento e di queste pressioni, il bruciatore è munito degli ugelli corrispondenti.

6.5.2. Altre prove

Le altre prove sono effettuate solo con uno qualunque dei gas di riferimento della categoria alla quale appartiene il generatore (vedere 6.3.2) ad una qualsiasi delle pressioni normali di prova indicate in 6.4 relative al gas di riferimento scelto.

6.6. Tenuta

6.6.1. Tenuta del circuito gas (esterna)

La verifica della tenuta del circuito gas è realizzata con aria alla temperatura ambiente ad una pressione di 150 mbar.
Per la determinazione della fuga si utilizza un metodo volumetrico che consente la misura diretta dell'eventuale perdita con l'apparecchio di Bitzer, schematizzato nella fig. 2 (o dispositivo analogo) con una precisione tale che una fuga di 0,5 cm^3 possa essere apprezzata.
Prima di effettuare la prova si deve chiudere l'afflusso del gas alla testa di combustione, nel punto di collegamento della linea gas al bruciatore.
La prova dura 10 min e le misure vengono rilevate al 5° e al 10° minuto.
La tenuta si controlla sia all'inizio sia al termine della prova, ma prima che sia stato effettuato un eventuale smontaggio degli organi interessati alla prova stessa.

(segue)

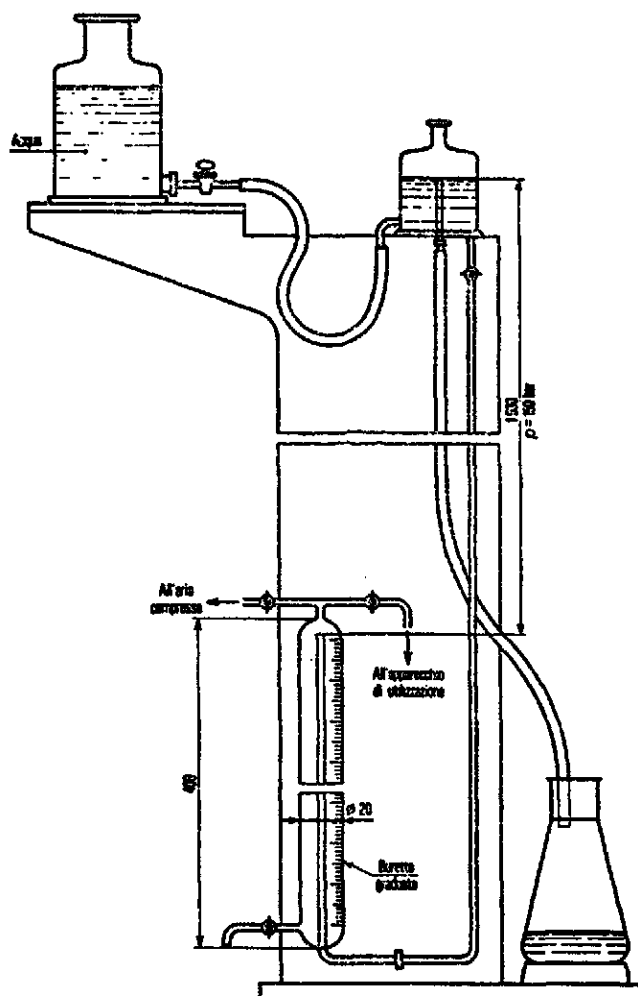



Fig. 2 - Dispositivo per la prova di tenuta

6.6.2. **Tenuta del cicuito di combustione**

La prova viene effettuata sostituendo al bruciatore una piastra di chiusura e applicandone una seconda all'attacco del tubo di evacuazione dei prodotti della combustione; quest'ultima deve essere munita di presa di pressione.
Si mette in funzione il gruppo ventilante e dopo 20 min non si deve riscontrare alcun aumento di pressione nel circuito di combustione.
Le due piastre applicate devono garantire la tenuta ermetica.
La misura viene effettuata con micromanometro avente una sensibilità di 0,01 mbar (vedere fig. 3).

(segue)

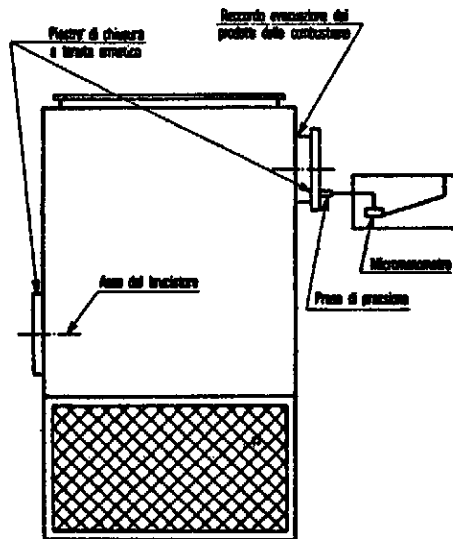



Fig. 3 - Prova di tenuta del circuito di combustione

6.7. Potenza termica spesa

La potenza termica spesa è la potenza ottenuta con il/i gas di riferimento alla/e pressione/i normale/i di prova, riportata nelle condizioni di riferimento (gas secco, a 15 °C e 1 013 mbar).
La potenza termica spesa Q_s in kW (riferita al volume di gas) è data da:

$$Q_s = 0,283\, q_{vn}\, H_{vi}$$

dove: q_{vn} è la portata nominale in volume, in m³/h, a 15 °C e 1 013 mbar;
H_{vi} è il potere calorifico inferiore, in MJ/m³, a 0 °C e 1 013 mbar.

La potenza termica spesa Q_s in kcal/h è invece data da:

$$Q_s = 0,948\, q_{vn}\, H_{vi}$$

dove: q_{vn} è la portata nominale in volume, in m³/h, a 15 °C e 1 013 mbar;
H_{vi} è il potere calorifico inferiore, in kcal/m³, a 0 °C e 1 013 mbar.

I valori ottenuti per le portate in volume devono essere corretti in modo da ridurli ai valori che si sarebbero realmente ottenuti se il gas fosse stato conforme alle condizioni di riferimento all'uscita dell'ugello.
La formula seguente tiene conto sia della correzione del flusso, sia della correzione del volume:

$$q_{vc} = q_v \sqrt{\frac{1\,013 + p}{1\,013} \cdot \frac{p_a + p}{1\,013} \cdot \frac{288}{273 + t_g} \cdot \frac{d}{d_r}}$$

dove: q_{vc} è la portata in volume nelle condizioni di riferimento;
q_v è la portata in volume misurata nelle condizioni di prova ($p_a + p$ e t_g);
p_a è la pressione atmosferica, in mbar;
p è la pressione di alimentazione del gas, in mbar;
t_g è la temperatura del gas a monte del bruciatore, in °C;
d è la densità relativa del gas di prova;
d_r è la densità relativa del gas di riferimento.

(segue)

La potenza termica spesa Q_s in kW (riferita alla massa di gas) è data da:

$$Q_s = 0{,}278\, q_{mn} H_{mi}$$

dove: q_{mn} è la portata nominale in massa, in kg/h;
H_{mi} è il potere calorifico inferiore, in MJ/kg.

La potenza termica spesa Q_s in kcal/h è invece data da:

$$Q_s = q_{mn} H_{mi}$$

dove: q_{mn} è la portata nominale in massa, in kg/h;
H_{mi} è il potere calorifico inferiore, in kcal/kg.

I valori ottenuti per le portate in massa devono essere corretti in modo da ridurli ai valori che si sarebbero realmente ottenuti se il gas fosse stato conforme alle condizioni di riferimento all'uscita dell'ugello.
La formula seguente tiene conto della correzione del flusso:

$$q_{mc} = q_m \sqrt{\frac{1013 + p}{p_a + p} \cdot \frac{273 + t_g}{288} \cdot \frac{d_r}{d}}$$

dove: q_{mc} è la portata in massa nelle condizioni di riferimento;
q_m è la portata in massa misurata nelle condizioni di prova ($p_a + p$ e t_g).

I simboli p_a, p, t_g, d e d_r hanno lo stesso significato di quelli che compaiono nella formula relativa alla portata in volume.
I valori di q_{vc} e q_{mc}, ricavati con le formule sopra indicate, sono quelli da confrontare con i valori di q_{vn} e q_{mn} che compaiono nelle formule relative alla potenza termica spesa.

6.8. Regolarità di funzionamento

6.8.1. Dispositivo di preventilazione

Il volume di aria di preventilazione viene determinato a freddo alla estremità di un tubo di un metro di lunghezza applicato alla bocca di evacuazione dei prodotti della combustione.
Quando è previsto l'aspiratore dei prodotti della combustione il tubo di prova deve essere applicato a valle dell'aspiratore.
La velocità del flusso d'aria può essere misurata con anemometro, con tubo di Pitot o con apparecchi similari.
Negli apparecchi con bruciatore provvisto di dispositivo di regolazione manuale dell'aria comburente, la prova deve essere effettuata con il dispositivo posto nella stessa posizione scelta durante la prova di combustione.

6.8.2. Tempi di sicurezza

Le misure dei tempi di sicurezza (vedere 5.5.4) si effettuano alla tensione e frequenza indicate dal costruttore.

6.9. Combustione

6.9.1. Generalità

Il generatore è inizialmente regolato alla sua portata nominale alla pressione normale con il gas di riferimento.
L'apparecchio di misura del CO utilizzato non deve essere influenzato dalla presenza di CO_2 nei prodotti della combustione.
Il contenuto percentuale di CO in volume nei prodotti della combustione secchi e senza aria è dato da:

$$CO = CO_2\,(\text{teorico}) \frac{CO}{CO_2} \quad (\text{relativi al campione analizzato})$$

dove CO e CO_2 sono espressi in per cento in volume.
In questo caso occorre determinare sui prodotti della combustione il diossido di carbonio e l'ossido di carbonio.
Occorre inoltre conoscere l'analisi del gas e determinare il CO_2 teorico.
I valori percentuali di CO_2 teorico relativi ai gas di prova sono indicati nel prospetto seguente.

Simbolo del gas	G 110	G 20	G 30
CO_2 (teorico) %	7,6	11,7	14

(segue)

Il tenore percentuale di CO riferito ai prodotti della combustione secchi e senza aria è dato anche da:

$$CO = \frac{21}{21 - O_2} CO$$

dove O_2 e CO sono i rispettivi tenori nel campione analizzato, espressi in per cento in volume.
Questa formula può essere utilizzata quando non si conosce esattamente il CO_2 teorico.

6.9.2. Prove in condizioni normali

6.9.2.1. Generatori con evacuazione naturale dei prodotti della combustione

I generatori sono collocati in un ambiente convenientemente ventilato.
Il prelievo dei prodotti della combustione si effettua mediante il dispositivo schematizzato in fig. 4 e disposto come indicato negli schemi di cui in fig. 5.

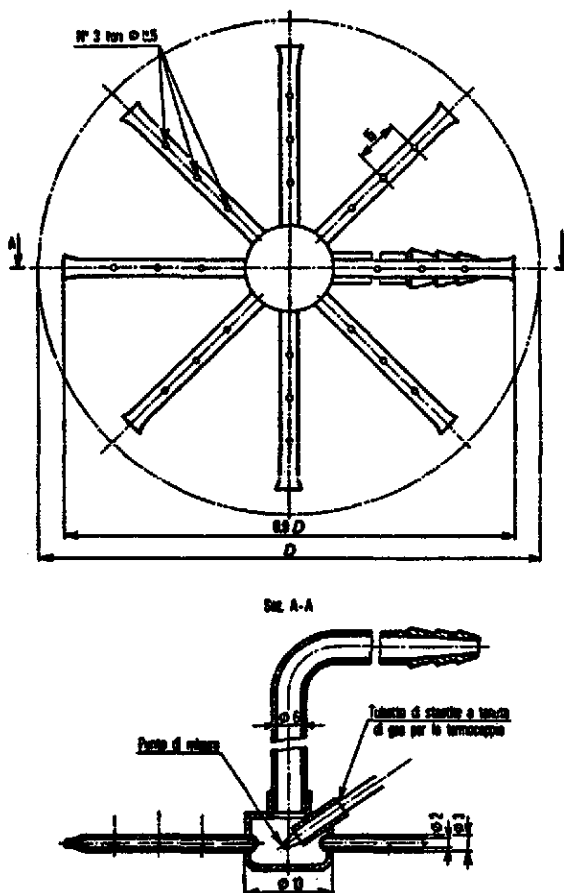



Fig. 4 - Sonda di prelievo e di misura della temperatura dei prodotti della combustione

6.9.2.2. Generatori con evacuazione forzata dei prodotti della combustione

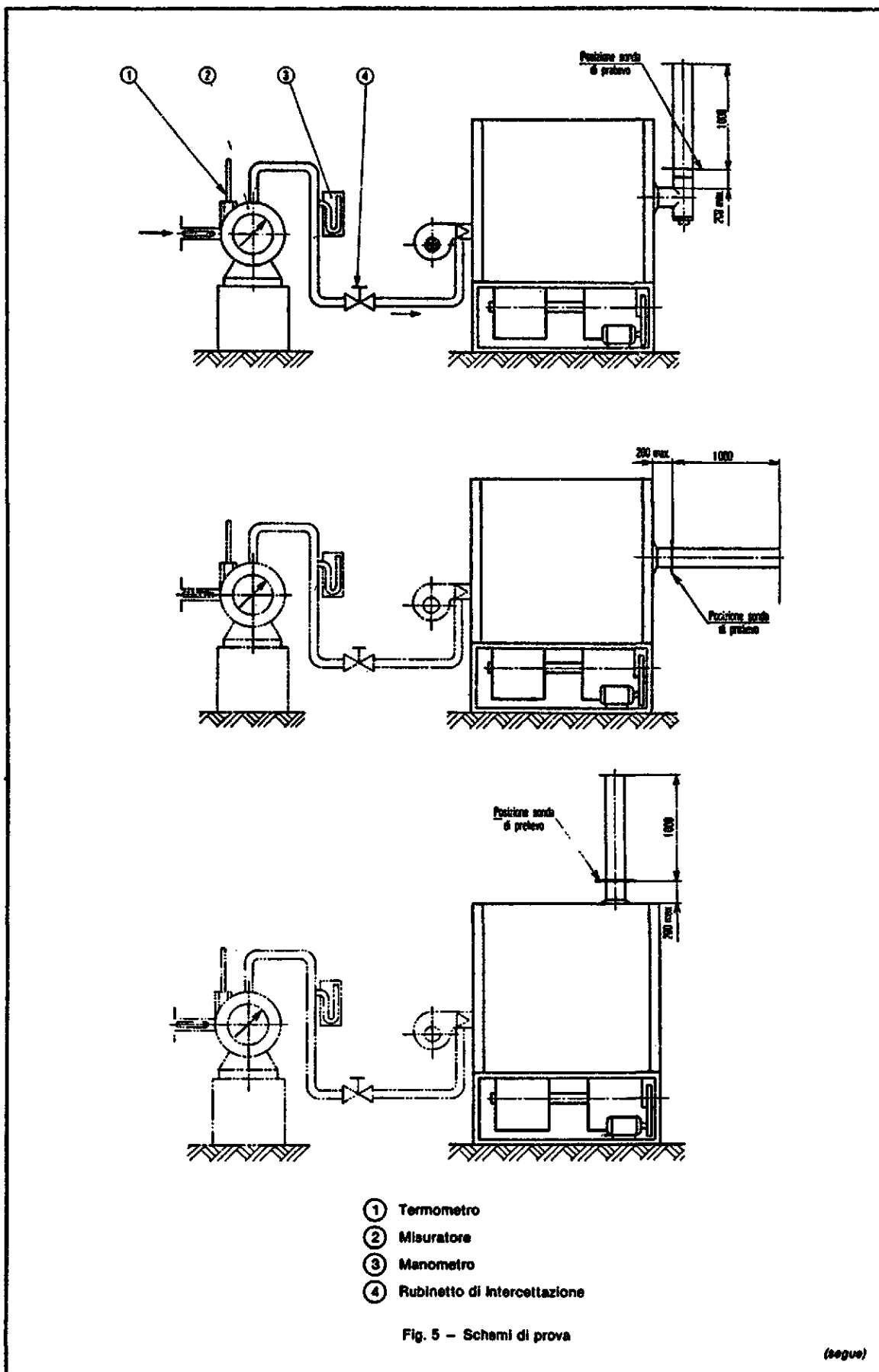
Questi apparecchi vengono provati secondo le modalità indicate in 6.9.2.1 applicando il tubo di prova a valle dell'eventuale aspiratore dei prodotti della combustione.

6.10. Rendimento

Il rendimento viene determinato con il gas di riferimento alla pressione normale di prova quando si raggiunge l'equilibrio termico del generatore.
L'equilibrio termico si ritiene raggiunto quando la variazione della differenza fra la temperatura dei prodotti della combustione e quella dell'ambiente $t_2 - t_1$ non è maggiore di 3 °C in 12 min e comunque di 5 °C in 60 min.
La temperatura dell'aria ambiente deve essere compresa fra 10 e 35 °C.
I generatori sono raccordati al tubo di prova lungo 1 m, secondo quanto indicato in fig. 5.

(segue)

Fig. 5 – Schemi di prova

(segue)

Il rendimento η_g riferito al potere calorifico inferiore H_i è dato dalla formula:

$$\eta_g = 100 - (q_1 + q_2)$$

dove: q_1 è il calore dei prodotti della combustione secchi (in per cento);

q_2 è il calore di riscaldamento del vapore d'acqua contenuto nei prodotti della combustione (in per cento).

q_1 è dato dalla relazione:

$$q_1 = C_1 V_f 100 \frac{t_2 - t_1}{H_i}$$

dove: C_1 è il calore specifico medio dei prodotti della combustione secchi dato dalle seguenti formule semplificate:

$$C_1 = 10^{-3}\left(1{,}30 + 0{,}46\frac{CO_2}{100}\right) \text{ in MJ/(m}^3\cdot\text{K)}$$

$$C_1 = 0{,}31 + 0{,}11\frac{CO_2}{100} \text{ in kcal/(m}^3\cdot{}^\circ\text{C)}$$

essendo CO_2 il tenore percentuale in volume del diossido di carbonio nei prodotti della combustione;

V_f è il volume dei prodotti della combustione secchi per unità di volume di gas in m³, dato da 100 volte il rapporto tra il volume di CO_2 (V_{CO_2}) prodotto dalla combustione di 1 m³ di gas e il tenore percentuale medio di CO_2 nei prodotti della combustione (CO_2), e cioè:

$$V_f = 100\frac{V_{CO_2}}{CO_2}$$

t_2 è la temperatura media dei prodotti della combustione in °C;

t_1 è la temperatura media dell'aria ambiente in °C;

H_i è il potere calorifico inferiore del gas in MJ/m³ (kcal/m³);

q_2 è dato dalla relazione:

$$q_2 = 0{,}077\frac{H_s - H_i}{H_i}(t_2 - t_1)$$

dove, oltre ai simboli il cui significato è precisato per le formule precedenti, H_s è il potere calorifico superiore del gas in MJ/m³ (kcal/m³).

6.11. Potenza termica globale

La potenza termica globale Q_g è data dalla formula:

$$Q_g = Q_s \frac{\eta_g}{100}$$

6.12. Strumentazione

Gli strumenti impiegati devono avere caratteristiche tali da rispettare i requisiti indicati nel prospetto seguente.

Grandezza	Errore assoluto	Errore relativo
CO_2	0,2%	-
CO	0,005%	-
H_i	-	1%
lunghezze	-	1%
pressioni	-	2%
tempi	-	2%
temperature	1 °C	-

6.13. Presentazione dei risultati

Il certificato di prova, stabilito per ciascun apparecchio, deve riportare:

- la data di stesura del suddetto certificato;
- una descrizione sommaria del generatore unitamente ad un giudizio sulle caratteristiche costruttive;
- un'esposizione delle principali caratteristiche di funzionamento ottenute nel corso delle prove, comparate ai valori limite imposti;
- un riassunto delle prove indicanti, in particolare, le condizioni che non sono soddisfacenti;
- il nome del laboratorio e la firma del responsabile del laboratorio.

(segue)

7. Targa e istruzioni

7.1. Targa

Ciascun generatore deve portare in posizione visibile anche dopo essere installato una targa in cui siano indicati in caratteri indelebili:

- il nome del costruttore e l'eventuale marca depositata;
- la sigla (codice o data o numero) che definisce il programma di fabbricazione e l'anno di costruzione;
- la designazione commerciale con la quale il generatore è presentato al collaudo dal costruttore;
- la categoria;
- la potenza termica spesa e globale nominali in kW (kcal/h);
- la potenza elettrica nominale in kW dei ventilatori;
- la potenza elettrica nominale in kW dell'eventuale aspiratore dei prodotti della combustione;
- il tipo della corrente (monofase o trifase) e la tensione di alimentazione.

Al momento della consegna, il generatore, se è un gruppo termico, deve portare, applicata in posizione visibile e se possibile vicino alla targa, un'etichetta nella quale sia indicata la natura e la pressione del gas per il quale il generatore è regolato.
I generatori per condotti devono portare l'indicazione della pressione statica dell'aria disponibile alla sezione di uscita.
La fornitura di parti destinate all'adattamento del generatore ad un diverso tipo di gas deve essere accompagnata da un'etichetta autoadesiva da attaccare sul generatore al momento della trasformazione.
L'etichetta deve indicare il tipo e la pressione di gas per i quali il generatore sarà regolato.
Tutte le indicazioni devono essere date in lingua italiana.

7.2. Libretto di istruzioni

7.2.1. Notizie di impiego e manutenzione

Il generatore deve essere corredato da un libretto di istruzioni per il suo uso e manutenzione.
Il libretto di istruzioni destinato all'utente deve portare tutte le indicazioni necessarie affinché il generatore possa essere utilizzato con sicurezza e razionalmente.
In particolare devono essere dettagliate le manovre di accensione e riaccensione in caso di blocco del bruciatore e quelle relative alla pulizia e alla manutenzione.
Il libretto stesso deve ricordare la necessità di ricorrere ad un tecnico qualificato per la messa in opera del generatore e, in caso di necessità, per l'adattamento all'uso di altri gas.

7.2.2. Notizie tecniche di installazione e di regolazione

Le notizie tecniche di installazione e di regolazione, devono dare le seguenti istruzioni su:

- sistema di raccordo e di installazione secondo le norme in vigore;
- eventuale fissaggio del generatore;
- organi di regolazione;
- montaggio dei pezzi di ricambio.

Devono essere riportate inoltre le indicazioni relative alle distanze di installazione dalle pareti e dal soffitto.
Le notizie tecniche devono portare l'indicazione della portata in volume o in massa a seconda dei tipi di gas utilizzabili e ogni indicazione relativa alle operazioni di regolazioni da effettuare per passare da un gas ad un altro e, per quanto concerne gli ugelli, i riferimenti previsti per ciascuno dei gas utilizzabili.
Si devono mettere in rilievo le caratteristiche di funzionamento e di installazione specifiche dell'apparecchio e dare le istruzioni per quanto concerne la messa in opera e la manutenzione normale.
Devono infine trattare brevemente delle condizioni di installazione, collegamento e ventilazione dei locali (UNI 7129 e UNI 7131 ed altre disposizioni in vigore).

7.2.3. Redazione

Tutte le indicazioni devono essere date in lingua italiana.

Generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatore ad aria soffiata

Prescrizioni di sicurezza

(UNI 8125).

Studio del progetto – **Gruppo di lavoro 5 "Generatori di aria calda a gas" della Commissione C 3 "Riscaldamento" del CIG** (Comitato italiano gas, federato all'UNI – Milano, viale Brenta, 27 - 29), riunioni negli anni 1978 e 1979.

Pubblicazione dell'inchiesta – **1 ago. a 31 ott. 1979.**

Esame dopo l'inchiesta – **Consiglio di Presidenza del CIG**, referendum del 22 feb. 1980.

Esame finale ed approvazione – **Gruppo settoriale VI "Impianti ed apparecchi utilizzatori" della Commissione Centrale Tecnica dell'UNI**, riunione del 3 lug. 1980. **Commissione Centrale Tecnica dell'UNI**, riunione dell'8 lug. 1980.

Ratifica – **Presidente dell'UNI**, delibera del 10 mag. 1982.

UNI FA 211

Foglio di aggiornamento N° 1 alla UNI 8125 (dic. 1982)
Generatori di aria calda funzionanti a gas con bruciatori ad aria soffiata
Prescrizioni di sicurezza

Testo revisionato

FA 211
dic. 87

Al punto 4.4.2, alla fine, aggiungere quanto segue.

Nelle condizioni di funzionamento a regime, la pressione esistente nel circuito dell'aria da riscaldare all'interno del generatore deve essere in ogni caso maggiore di quella esistente nel circuito dei prodotti della combustione.

FA 211
dic. 87

Il testo del punto 5.3.2, deve essere sostituito con il seguente.

La differenza di temperatura tra la superficie esterna dell'involucro e l'aria ambiente non deve essere maggiore di 50 °C.
Da questa prescrizione sono esclusi il raccordo di evacuazione dei prodotti della combustione e tutti i punti situati a una distanza minore di 150 mm dal raccordo suddetto nonché gli eventuali portelli della camera di combustione e tutti i punti situati ad una distanza minore di 150 mm da essi, qualora i portelli e detti punti siano protetti da contatti accidentali.

FA 211
dic. 87

Il testo del punto 5.4.2, deve essere modificato come segue.

Durante le prove effettuate in condizioni normali di tiraggio non è ammessa alcuna uscita dei prodotti della combustione, se non dell'attacco del tubo di evacuazione al quale è collegato il generatore.
Nelle condizioni di prova indicate in 6.6.2 la fuga di aria compressa non deve essere maggiore di 3 m^3/h.

FA 211
dic. 87

Al punto 6.3.2, seconda riga,

sostituire 6.5.1 con 6.5.

FA 211
dic. 87

Al punto 6.5.1, prima riga,

cancellare il riferimento al punto 6.7.

Il testo del punto 6.6.2, deve essere sostituito con il seguente.

La prova viene effettuata occludendo l'attacco del bruciatore e del tubo di evacuazione dei prodotti della combustione, nonché le eventuali altre aperture presenti; una piastra di chiusura deve essere munita di presa di pressione. Le piastre di chiusura devono garantire la tenuta ermetica ed essere indeformabili.
L'apparecchio da provare sarà quindi collegato per tutta la durata della prova ad una sorgente di aria compressa, in modo da mantenere nell'apparecchio una pressione effettiva di 1,5 mbar; la pressione è misurata nel punto di raccordo della sorgente di aria compressa con l'apparecchio. Il montaggio deve essere realizzato in modo tale da rivelare qualsiasi eventuale fuga dovuta ad un difetto di tenuta dello scambiatore di calore.
La portata della fuga è misurata con contatore (vedere fig. 3).

FA 211
dic. 87

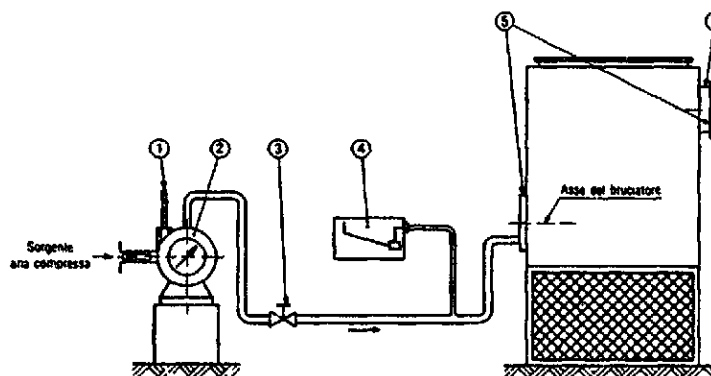



Fig. 3 - Prova di tenuta del circuito di combustione

Gr 1

Al punto 6.7 sostituire la prima frase con la seguente.

FA 211
dic. 87

La potenza termica spesa è la potenza ottenuta con il gas di riferimento alla pressione normale di prova, riportata nelle condizioni di riferimento (gas secco, a 15 °C e 1 013 mbar).

Al punto 6.9.2.2, sostituire il testo con il seguente.

FA 211
dic. 87

Questi apparecchi vengono provati secondo le modalità indicate in 6.9.2.1, applicando il tubo di prova a monte dell'eventuale aspiratore dei prodotti della combustione.

CDU 696.2 Norma italiana Novembre 1987

CIG	Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar Progettazione, costruzione e collaudo	UNI 9165

Gas distribution networks with maximum working pressures up to 5 bar — Design, construction and testing

Dimensioni in mm

SOMMARIO

1. Scopo e campo di applicazione [1]

La presente norma prescrive i criteri da seguire per la progettazione, la costruzione ed il collaudo delle reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar.

I gas che possono alimentare tali reti sono:

— gas naturale e G.P.L., tal quali o in miscela con aria o altri gas;
— gas sostitutivi del gas naturale;
— gas di città manifatturato.

2. Termini e definizioni

Per l'esatta interpretazione della presente norma valgono le definizioni riportate di seguito:

2.1. **rete di distribuzione del gas**: Sistema di condotte, prevalentemente interrate, posate su suolo pubblico o privato che, partendo dall'impianto di produzione o dal punto di prelievo e/o riduzione e/o misura, consente la distribuzione del gas ai nuclei abitati ed alle case sparse fino agli impianti di derivazione di utenza, questi ultimi esclusi.

2.2. **nucleo abitato**: Fabbricato o agglomerato di fabbricati la cui popolazione sia dell'ordine di 300 unità o maggiore.

2.3. **case sparse**: Fabbricato o agglomerato di fabbricati tali da non costituire un nucleo abitato.

2.4. **pressione massima di esercizio**: Pressione massima relativa, misurata in bar, alla quale può essere esercita la rete.

2.5. **pressione di esercizio**: Valore di pressione a cui una determinata rete viene normalmente esercita. Tale valore non può essere maggiore della pressione massima di esercizio.

(segue)

1) Per il gas naturale con densità non maggiore di 0,8 sono fatte salve le disposizioni contenute nel Decreto del Ministero dell'Interno 24 nov. 1984, pubblicato nel Supplemento Ordinario alla G.U. n° 12 del 15 gen. 1985, e successive modificazioni.

Gr 6

2.6. **pressione di progetto:** Valore di pressione adottato per il calcolo di dimensionamento delle condotte.

2.7. **condotta:** Insieme di tubi, curve, raccordi ed accessori uniti tra loro per la distribuzione del gas.

2.8. **specie delle condotte:** Classificazione delle condotte in base alla pressione massima di esercizio.

2.9. **diramazione:** Punto di una condotta da cui si deriva un'altra condotta.

2.10. **intercettazione di linea:** Punto di una condotta in cui, mediante opportuni organi (generalmente valvole), si realizza la possibilità di intercettare il flusso del gas.

2.11. **scarico:** Punto della condotta attrezzato per consentire lo svuotamento all'atmosfera di un tratto di tubazione qualora se ne determini la necessità.

2.12. **spurgo:** Punto della condotta attrezzato per consentire l'evacuazione di eventuali depositi di impurità (liquido o particelle solide eventualmente depositate nella condotta).

2.13. **sfiato:** Dispositivo atto a consentire l'evacuazione all'atmosfera di gas eventualmente presenti nei manufatti di protezione e/o drenaggio della condotta gas e a favorire la circolazione dell'aria all'interno degli stessi.

2.14. **organo di raccolta condense:** Dispositivo, corredato di spurgo, installato in punti opportuni della rete per raccogliere ed accumulare gli eventuali depositi di liquido presenti nella condotta gas.

2.15. **presa di pressione:** Punto della condotta attrezzato per il rilevamento della pressione del gas.

2.16. **presa di potenziale:** Punto della condotta attrezzato per il rilevamento del potenziale elettrico della tubazione rispetto al terreno o altro punto di misura.

2.17. **posto di protezione catodica:** Punto attrezzato per realizzare la protezione attiva della condotta (con anodi, corrente impressa, drenaggio elettrico, collegamento elettrico).

2.18. **sezionamento elettrico:** Punto della condotta attrezzato per interrompere la continuità elettrica della stessa pur mantenendone la continuità meccanica e funzionale.

2.19. **cameretta interrata:** Manufatto realizzato sulla sede di posa o in prossimità della tubazione interrata in corrispondenza di punti singolari, atto a contenere apparecchiature o installazioni accessorie della tubazione, per la cui manovra è necessario l'accesso all'interno.

2.20. **pozzetto:** Manufatto realizzato sulla sede di posa o in prossimità della tubazione interrata in corrispondenza di punti singolari, atto a contenere le installazioni accessorie della tubazione, per la cui manovra non è necessario l'accesso all'interno.

2.21. **profondità d'interramento:** Minima distanza intercorrente tra la superficie esterna del tubo e quella del terreno.

2.22. **distanza dai fabbricati:** Distanza minima, misurata sul piano orizzontale, intercorrente tra la superficie esterna della condotta ed il perimetro del fabbricato.

2.23. **opere di protezione:** Manufatti (cunicoli, tubi guaina, piastre, ecc.) atti a proteggere la condotta da azioni esterne e/o ad isolarla dall'ambiente circostante in modo tale da consentire di ridurre, entro certi limiti, le distanze di posa dai fabbricati o da altri servizi interrati e la profondità d'interramento.

2.24. **opere di protezione anticorrosione:** Rivestimenti delle tubazioni, impianti a corrente impressa, drenaggi elettrici, anodi galvanici, atti a proteggere la condotta da azioni corrosive chimiche ed elettrochimiche.

2.25. **opere di drenaggio:** Zona di notevole permeabilità, costituita lungo la condotta, che permette il convogliamento all'atmosfera, mediante idonei dispositivi di sfiato, di eventuali perdite di gas dalla condotta.

2.26. **ancoraggi:** Sistemi o manufatti atti ad impedire spostamenti o deformazioni anomale della condotta per le sollecitazioni interne e/o esterne.

2.27. **collaudo della rete:** Complesso delle operazioni aventi lo scopo di accertare la corrispondenza dell'opera realizzata alle caratteristiche costruttive e funzionali previste dal progetto.

3. Criteri di progettazione

3.1. Specie delle condotte

Le reti di distribuzione gas oggetto della presente norma sono suddivise nelle specie seguenti:

— 4ª specie - condotte per pressione massima di esercizio oltre 1,5 fino a 5 bar;

— 5ª specie - condotte per pressione massima di esercizio oltre 0,5 fino a 1,5 bar;

— 6ª specie - condotte per pressione massima di esercizio oltre 0,04 fino a 0,5 bar;

— 7ª specie - condotte per pressione massima di esercizio fino a 0,04 bar.

Nota — *Le condotte di 1ª, 2ª e 3ª specie per pressione massima di esercizio maggiore di 5 bar non sono oggetto della presente norma.*

3.2. Dimensionamento della rete

Il dimensionamento della rete, inteso come la determinazione dei diametri delle condotte necessari e sufficienti ad assicurare il trasferimento della quantità di gas necessaria, dovrà essere effettuato tenendo conto:

3.2.1. della dislocazione delle utenze che deriva dall'assetto urbanistico dell'agglomerato urbano da servire;

3.2.2. della tipologia dell'utenza per la quale, ai fini della determinazione delle portate di gas, si dovranno individuare i consumi specifici, sia individuali sia collettivi, in funzione degli usi, delle attività economiche e delle condizioni climatiche;

3.2.3. dei valori da adottare nella progettazione per quanto riguarda:

a) le perdite di carico che devono essere contenute entro valori che consentano, per le condotte esercite a pressione maggiore di 0,04 bar, il corretto funzionamento dei gruppi di riduzione e che assicurino, per le condotte esercite a pressione minore o uguale a 0,04 bar, la pressione minima di esercizio ai fini delle utilizzazioni;

b) le velocità del gas nelle condotte che devono essere tali da limitare trascinamenti di eventuali impurità e fenomeni di rumorosità. Le velocità massime considerate sono dell'ordine di:

— 4 a 5 m/s, per le condotte esercite a pressione minore o uguale a 0,04 bar;

— 10 a 15 m/s, per le condotte esercite a pressione maggiore di 0,04 bar e minore o uguale a 0,5 bar;

— 20 a 25 m/s, per le condotte esercite a pressione maggiore di 0,5 bar e minore o uguale a 5 bar;

3.2.4. delle formule di calcolo dei diametri che devono essere scelte tra quelle normalmente in uso a seconda dei campi di pressione. Nel caso di reti complesse potrà essere opportuno utilizzare sistemi di calcolo su elaboratore.
I parametri adottati in 3.2.1 a 3.2.4 dovranno essere esplicitamente indicati nel dimensionamento di progetto.

3.3. Materiali costituenti la rete

Tutti i componenti della rete devono essere realizzati con materiali idonei a conferire adeguate caratteristiche di funzionalità, durata e sicurezza per le condizioni d'impiego ed essere in accordo con le relative specifiche e prescrizioni citate nelle norme.
I materiali ammessi all'impiego sono indicati nella UNI 9034 e nelle norme di riferimento in essa elencate.
Nel prospetto I sono sinteticamente indicati i materiali ammessi all'impiego per le diverse specie di condotte.

Prospetto I

Materiale	Specie della condotta			
	4ª	5ª	6ª	7ª
acciaio	si	si	si	si
ghisa sferoidale	si	si	si	si
ghisa grigia	no	no	no	si
polietilene	si*	si**	si	si
rame***	si	si	si	si

* fino ad una pressione massima di esercizio di 4 bar e fino a diametri esterni di 160 mm
** fino a diametri esterni di 315 mm
*** fino a diametri esterni di 108 mm

Per l'acciaio, la ghisa sferoidale e la ghisa grigia valgono le norme elencate nella UNI 9034.

3.4. Spessore dei tubi

Lo spessore minimo dei tubi, inteso come spessore nominale diminuito della tolleranza garantita di fabbricazione, in relazione al materiale costituente ed alla specie della condotta, non deve essere minore dei valori indicati nei prospetti da II a VI.

(segue)

3.4.1. Tubi di acciaio

Prospetto II — Spessore minimo (t_{min}) ammesso per le condotte di 4ª — 5ª — 6ª e 7ª specie in relazione al diametro esterno dei tubi (D_e)

DN	15	20	25	32	40	50	65
D_e	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	73
t_{min}	1,8	1,8	2,3	2,3	2,3	2,3	2,6
DN	65	80	100	100	125	125	150
D_e	76,1	88,9	101,6	114,3	139,7	141,3	159
t_{min}	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
DN	150	150	200	200	250	300	350
D_e	165,1	168,3	193,7	219,1	273	323,9	355,6
t_{min}	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5
DN	350	400	400	450	500	550	600
D_e	368	406,4	419	457	508	559	610
t_{min}	4,5	4,5	4,5	4,57	5,08	5,59	6,1
DN	650	700	750	800	850	900	1000
D_e	660	711	762	813	864	914	1016
t_{min}	6,6	7,11	7,62	8,13	8,64	9,14	10,16

Nota — *I diametri elencati nel prospetto II sono stati definiti con riferimento a quanto previsto nella UNI 9034 e relative norme in essa elencate (di cui il prospetto costituisce una sintesi).*
Per i tubi con D_e > 1016 mm, lo spessore minimo ammesso non può essere minore di 1% D_e.
Gli spessori minimi sopraindicati non valgono per tubi da filettare per i quali deve essere prevista una opportuna maggiorazione dello spessore.

3.4.2. Tubi di ghisa sferoidale

Prospetto III — Spessore minimo (t_{min}) ammesso per le condotte di 4ª — 5ª — 6ª e 7ª specie in relazione al diametro esterno (D_e), per tubi fabbricati per centrifugazione.

DN	40	50	60	65	80	100	125	150
D_e	56	66	77	82	98	118	144	170
t_{min}*	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	4,9
DN	200	250	300	350	400	500	600	700
D_e	222	274	326	378	429	532	635	738
t_{min}*	4,9	5,3	5,6	6,1	6,4	7,2	8,0	8,8
DN	800	900	1000	—	—	—	—	—
D_e	842	945	1048	—	—	—	—	—
t_{min}*	9,6	10,4	11,2	—	—	—	—	—

* Nel caso di tubi colati in forma di sabbia o in conchiglia, lo spessore minimo ammesso può essere ulteriormente ridotto di 1 mm per tutti i diametri indicati.

Nota — *I diametri elencati nel prospetto III sono stati definiti con riferimento a quanto previsto nella UNI 9034 e relative norme in essa elencate.*

3.4.3. Tubi di ghisa grigia

Prospetto IV — Spessore minimo (t_{min}) ammesso per le condotte di 7ª specie in relazione al diametro esterno dei tubi (D_e)

DN	80	100	125	150	200	250	300
D_e	98	118	144	170	222	274	326
t_{min}	5,8	6,1	6,5	6,9	7,7	8,5	9,3
DN	350	400	500	600	—	—	—
D_e	378	429	532	635	—	—	—
t_{min}	10,1	10,9	12,5	14,0	—	—	—

Nota — *I diametri elencati nel prospetto IV sono stati definiti con riferimento a quanto previsto nella UNI 9034 e relative norme in essa elencate.*

(segue)

3.4.4. Tubi di polietilene

Prospetto V — Spessore minimo (t_{min}) ammesso in relazione alla specie della condotta ed al diametro dei tubi.

DN = D_e	$t_{min.}$		
	Specie della condotta		
	4ª *	5ª **	6ª e 7ª **
20	3,0	—	—
25	3,0	—	—
32	3,0	—	—
40	3,7	3,0	—
50	4,6	3,0	—
63	5,8	3,6	—
75	6,9	4,3	—
90	8,2	5,1	—
110	10,0	6,3	—
125	11,4	7,1	—
140	12,8	8,0	—
160	14,6	9,1	6,2
180	impiego non consentito	10,2	7,0
200		11,4	7,7
225		12,8	8,7
250		14,2	9,7
280		15,9	10,8
315		17,9	12,2
335		impiego non consentito	13,7
400			15,4
450			17,4
500			19,3
560			21,8
630			24,3

* La pressione massima di esercizio è limitata a 4 bar.
** Per i diametri di cui non sono indicati gli spessori minimi, valgono quelli della specie superiore.

Nota — *I diametri elencati nel prospetto V sono stati definiti con riferimento a quanto previsto nella UNI 9034 e relative norme in essa elencate.*

3.4.5. Tubi di rame

Prospetto VI — Spessore minimo (t_{min}) ammesso per le condotte di 4ª — 5ª — 6ª — 7ª specie in relazione al diametro esterno dei tubi (D_e)

D_e / t_{min}					
D_e	22	28	35	42	54
t_{min}	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
D_e	64	76,1	88,9	108	—
t_{min}	1,68	2,1	2,1	2,5	—

Nota — *I diametri elencati nel prospetto VI sono stati definiti con riferimento a quanto previsto nella UNI 9034 e relative norme in essa elencate.*

3.5. Installazione degli organi accessori di rete

3.5.1. Organi d'intercettazione di linea

Sulle condotte di 4ª e 5ª specie, devono essere installati organi di intercettazione in modo da consentire l'intercettazione del gas in tratte di lunghezza massima di 2 km; devono essere installati organi di intercettazione anche in corrispondenza delle diramazioni di maggiore importanza. Sulle condotte di 4ª e 5ª specie, costituenti una rete magliata, gli organi di intercettazione devono essere installati in modo ed in numero tale da limitare al minimo il tempo necessario per mettere fuori servizio un tratto di rete in caso di emergenza. La distanza tra detti organi d'intercettazione dovrà essere stabilita in relazione alla specie della condotta, alle dimensioni ed alla struttura della rete ed alla tipologia dell'utenza.
Sulle condotte di 6ª e 7ª specie non è prevista l'installazione sistematica di organi d'intercettazione che comunque potranno essere previsti in relazione alle esigenze ed opportunità funzionali della rete.
In ogni caso gli organi d'intercettazione devono essere facilmente accessibili e manovrabili.

(segue)

3.5.2. Scarichi

Sulle condotte di 4ª e 5ª specie deve essere installato almeno uno scarico per ogni tronco ottenuto dal sezionamento di cui in 3.5.1, per consentire di procedere allo svuotamento del tratto di condotta qualora se ne determini la necessità e per l'eventuale insufflaggio di gas inerte.
Sulle condotte di 6ª e 7ª specie l'installazione degli scarichi potrà essere stabilita in relazione alla presenza di organi d'intercettazione ed alle effettive necessità funzionali della rete.
Gli scarichi devono essere installati in punti della rete (preferibilmente nelle vicinanze delle intercettazioni di linea), tali da consentire l'effettuazione delle operazioni di scarico senza pregiudizio alla sicurezza di persone o di cose.
Gli scarichi devono essere dimensionati in relazione al diametro delle condotte da cui essi derivano, devono essere corredati di organo d'intercettazione e muniti, alle estremità di scarico, di dispositivi che consentano sia il collegamento di apparati mobili di scarico sia l'applicazione di chiusure di sicurezza (flange cieche, tappi, chiusure rapide, ecc.).

3.5.3. Organi di raccolta condense

Gli organi di raccolta condense devono essere installati sulle condotte destinate alla distribuzione di gas che possono dare origine, in relazione alla loro composizione e/o trattamenti di condizionamento, a formazione di condense.

3.5.4. Spurghi

Gli spurghi devono essere installati in corrispondenza degli organi di raccolta condense e nei casi in cui, per le particolari condizioni di posa, sia ipotizzabile la formazione di depositi.

3.5.5. Compensatori di dilatazione

I compensatori di dilatazione devono essere installati in tutti i casi in cui la condotta gas può essere soggetta a sollecitazioni, oltre i valori sopportabili dalla condotta, derivanti dalle variazioni di temperatura della condotta stessa o dal manufatto di sostegno.
In particolare, l'opportunità di installare i compensatori di dilatazione deve essere verificata nei casi in cui la condotta sia posata fuori terra.
La compensazione delle dilatazioni può essere ottenuta mediante opportuna geometria della condotta oppure con specifici organi di compensazione.

3.5.6. Ancoraggi

L'ancoraggio della condotta deve essere realizzato:

a) in tutti i casi in cui è necessario impedire movimenti delle tubazioni (per es. posa fuori terra, posa subacquea, ecc.);
b) per le condotte di tutte le specie, nel caso di posa in terreni in pendenza quando, in relazione alla natura del terreno stesso ed alla lunghezza della tratta interessata, la spinta della stessa tratta non possa essere assorbita dal terreno;
c) per le condotte di 4ª e 5ª specie, nel caso di tubazioni realizzate con giunti non idonei a sopportare sollecitazioni assiali.

Gli ancoraggi possono essere di tipo meccanico oppure costituiti da blocchi di calcestruzzo.
Nel caso di posa subacquea l'ancoraggio del tubo può essere sostituito dall'appesantimento dello stesso, realizzato con l'applicazione di uno strato continuo di calcestruzzo armato o con una maggiorazione dello spessore del tubo.

3.5.7. Opere di protezione

Le opere di protezione devono essere adottate:

a) nel caso di condotte di 4ª e 5ª specie, quando la condotta gas viene posata ad una distanza minore dei valori prescritti da fabbricati e/o canalizzazioni interrate contenenti altri servizi; in tal caso deve essere assicurata una adeguata impermeabilità al gas dell'opera di protezione verso l'esterno.
b) per tutte le specie delle condotte, quando la condotta è interrata ad una profondità minore dei valori prescritti; in tal caso deve essere verificata la resistenza dell'opera di protezione alle sollecitazioni meccaniche esterne.

3.5.8. Sfiati

Gli sfiati devono essere installati:

a) sulle opere di drenaggio e sulle opere di protezione destinate a consentire la riduzione della distanza dai fabbricati;
b) sulle opere di protezione destinate a consentire la riduzione della distanza dalle canalizzazioni interrate nel caso di posa in parallelismo per lunghezze maggiori di 150 m.

Laddove è prevista l'installazione degli sfiati, questi dovranno essere in numero di uno per tratti di lunghezza minore o uguale a 30 m e di almeno due per tratti di lunghezza maggiore e quando le condizioni di posa lo consigliano.
Gli sfiati sono costituiti da tubo di diametro interno non minore di 30 mm, devono essere corredati di terminale munito di rete tagliafiamma e devono essere realizzati in modo tale da non consentire l'entrata dell'acqua in caso di pioggia.
Per gas con densità relativa all'aria non maggiore di 0,8, gli sfiati devono soddisfare le condizioni seguenti:

a) per sfiati destinati ad evacuare il gas, l'altezza del tubo di sfiato non dovrà di regola essere minore di 2 m rispetto al piano di campagna;
b) per sfiati destinati a favorire la circolazione dell'aria, l'altezza del tubo di sfiato non dovrà di regola essere maggiore di 0,70 m rispetto al piano di campagna.

Per i gas con densità relativa all'aria maggiore di 0,8, qualora non sia realizzabile uno sfiato tale da salvaguardare le condizioni di sicurezza in caso di fuoriuscita del gas, le opere di protezione dovranno essere corredate di apposito scarico convogliato.

(segue)

4. Criteri di costruzione

4.1. Giunzione dei tubi, dei raccordi e dei pezzi speciali.

La giunzione dei tubi, dei raccordi e dei pezzi speciali per la formazione delle condotte deve essere realizzata, a seconda dei materiali impiegati, con le modalità descritte di seguito. Giunzioni tra materiali diversi devono essere realizzate mediante idonei pezzi speciali.

4.1.1. Tubi di acciaio

La giunzione tra gli elementi di acciaio deve essere realizzata di regola mediante saldatura di testa eseguita con procedimento elettrico ad arco.
Nel caso di condotte di 6ª e 7ª specie è ammessa la giunzione per saldatura a bicchiere.
È ammessa la saldatura ossiacetilenica limitatamente ai tubi con $D_e \leq 60,3$ mm nel caso di condotte di 4ª e 5ª specie ed ai tubi con $D_e \leq 114,3$ mm nel caso di condotte di 6ª e 7ª specie.
Nel caso di effettiva e inderogabile necessità funzionale dell'impianto sono ammessi collegamenti meccanici mediante flange e filettature a condizione che siano soddisfatte le esigenze di resistenza meccanica e di tenuta alla pressione, con le limitazioni seguenti:

— per le condotte di 4ª e 5ª specie, le giunzioni flangiate e filettate (queste ultime solo per $D_e \leq 60,3$ mm) sono ammesse unicamente per le installazioni non interrate;

— per le condotte di 6ª e 7ª specie, le giunzioni filettate sono ammesse per $D_e \leq 114,3$ mm.

4.1.2. Tubi di ghisa

La giunzione dei tubi deve essere del tipo a bicchiere con giunto elastico a serraggio meccanico o automatico.
Nel caso di condotte di 4ª e 5ª specie devono essere adottate misure atte ad impedire lo sfilamento.
La giunzione dei raccordi e degli accessori deve essere realizzata mediante giunto elastico a serraggio meccanico o automatico o mediante giunto a flangia.

4.1.3. Tubi di polietilene

La giunzione degli elementi di polietilene può essere realizzata mediante:

— saldatura di testa;

— saldatura per elettrofusione;

— saldatura a bicchiere, limitatamente ai diametri non maggiori di 125 mm;

Nei casi di effettiva necessità funzionale dell'impianto, sono ammessi collegamenti mediante flange e/o raccordi metallici o metallo/plastici a condizione che siano soddisfatte le esigenze di resistenza e di tenuta alla pressione del gas.

4.1.4. Tubi di rame

La giunzione degli elementi di rame di regola deve essere realizzata mediante brasatura capillare forte.
Collegamenti mediante raccordi metallici a serraggio meccanico sono ammessi unicamente nel caso di installazione fuori terra e a vista o ispezionabili. Non sono ammessi raccordi meccanici con elementi di materiale non metallico.

4.2. Cambiamenti di direzione

I cambiamenti di direzione, sia sul piano orizzontale sia sul piano verticale, devono essere realizzati con l'impiego di idonea raccorderia realizzata in materiale di regola corrispondente a quello dei tubi ed in ogni caso conforme alle specifiche indicate in 3.3.
Nel caso di tubazioni di acciaio è ammesso l'impiego di curve ricavate da tubo con procedimento di formatura a freddo purché il raggio di curvatura non sia minore di:

— 10 volte il diametro per D_e minori o uguali a 60,3 mm;

— 38 volte il diametro per D_e maggiori di 60,3 mm.

Nel caso di tubi saldati longitudinalmente, nel corso della formatura della curva si dovrà orientare la saldatura secondo l'asse neutro della curva.
È anche ammesso l'impiego di curve a spicchi o settori a condizione che l'angolo del settore sia minore di 25° e la larghezza del settore, misurata sull'intradosso della curva, sia maggiore di un diametro del tubo.
Anche nel caso di tubazioni di rame è ammesso l'impiego di curve ricavate da tubo, purché il grado di ovalizzazione sia minore del 5%, inteso come rapporto tra la differenza tra il diametro maggiore e quello minore ed il diametro maggiore.
Nel caso di condotte di polietilene sono ammessi cambiamenti di direzione utilizzando le caratteristiche di flessibilità del tubo purché il raggio di curvatura non sia minore di 20 volte il diametro del tubo stesso.

4.3. Diramazioni

Le diramazioni saranno realizzate con l'impiego di raccordi a T di materiale di regola analogo a quello dei tubi ed in ogni caso conforme alle specifiche indicate in 3.3.
Nel caso di tubazioni di acciaio è ammessa l'esecuzione della diramazione mediante collegamento diretto tra il tubo di diramazione ed il tubo principale uniti mediante saldatura, purché siano salvaguardate, anche con l'eventuale impiego di rinforzi, le condizioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

(segue)

Analogamente, la procedura del collegamento diretto mediante saldatura è ammessa per le tubazioni di ghisa sferoidale, purché il rapporto tra i diametri della tubazione derivata e della tubazione principale non sia maggiore di 0,5 e siano salvaguardate le condizioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche. Le operazioni di saldatura devono essere eseguite secondo regole di buona tecnica.
Per le condotte di 6ª e 7ª specie di ghisa è ammesso l'impiego di raccordi con derivazione flangiata, del tipo a manicotto aperto longitudinalmente a serraggio meccanico e tenuta alla pressione con guarnizioni.
Nel caso di condotte di polietilene, è ammessa l'esecuzione di diramazioni tramite l'applicazione sulla condotta principale di pezzi speciali elettrosaldabili.

5. Criteri di posa in opera

5.1. Profondità d'interramento

Le tubazioni devono di regola essere interrate.
La profondità minima d'interramento, in funzione della specie, del tipo di materiale della condotta e della sede di posa, non deve essere di regola minore dei valori indicati nel prospetto VII.
Nei casi in cui le condotte posate in sede stradale non possono essere interrate alle profondità minime indicate nel prospetto VII è consentita una profondità minore, purché si provveda alla protezione della condotta secondo le modalità indicate in 5.4, in modo tale da garantire condizioni di sicurezza equivalenti a quelle ottenibili nelle condizioni di normale interramento indicate nel prospetto VII.
Qualora le condizioni di posa siano tali da non consentire la completa osservanza della profondità minima d'interramento e la realizzazione delle opere di protezione, è ammessa, per le condotte di 7ª specie con $D_e \leq 273$ mm, la posa senza protezioni esterne purché vengano utilizzati raccordi e tubi di acciaio aventi spessore maggiore di almeno il 20% rispetto a quello minimo indicato in 3.4.1 e la profondità d'interramento non sia minore di 0,30 m.

5.2. Letto di posa

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore per tutta la loro lunghezza.
A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti per evitare possibili sollecitazioni meccaniche al rivestimento, ove esistente, ed al tubo.
Sul fondo dello scavo devono essere previste, nel caso di tubazioni di ghisa, le idonee nicchie per la corretta esecuzione e l'alloggiamento dei giunti.
In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio e per il mantenimento dell'integrità del rivestimento, ove esistente, e del tubo, i tubi devono essere posati su letto di sabbia o di materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche dello spessore minimo di 10 cm.
Nel caso di gas che possano dare luogo alla formazione di condense, il fondo dello scavo dovrà avere una pendenza uniforme minima del 2‰ verso i punti previsti per la raccolta delle condense.

5.3. Posa del tubo nello scavo - Reinterro

La posa delle condotte nello scavo deve essere realizzata in modo da evitare danneggiamenti al rivestimento e alle pareti del tubo.
La copertura dei tubi deve essere effettuata, per uno spessore di almeno 10 cm, con materiali di granulometria tale da evitare danneggiamenti ai tubi ed al rivestimento.
Nel caso di condotte di 4ª e 5ª specie deve essere prevista, durante il reinterro, la sistemazione di nastri di segnalazione sulla proiezione verticale della tubazione.
Tale precauzione, nel caso di tubi di polietilene, deve essere adottata anche per le condotte di 6ª e 7ª specie.

5.4. Protezione contro le sollecitazioni meccaniche esterne

La protezione delle condotte contro le sollecitazioni meccaniche esterne, come previsto in 3.5.7 b) e 5.1, può essere costituita da tubi di protezione di acciaio o di ghisa sferoidale, da cunicoli di calcestruzzo, da piastre di calcestruzzo armato, manufatti di prefabbricati di cemento, amianto-cemento o da altri sistemi equivalenti.
La protezione deve essere prolungata per almeno 1 m oltre la lunghezza entro la quale si ritiene che possano verificarsi le sollecitazioni.

5.5. Posa subacquea di condotte

Nella posa devono essere verificate le condizioni geologiche del terreno ed in caso di accertata possibile mobilità del fondo devono essere adottate tutte le precauzioni necessarie a garantire la stabilità e l'integrità della condotta.
Nel caso si prevedano erosioni dell'alveo e/o periodiche pulizie dello stesso, il tubo dovrà essere interrato ad una profondità minima di 1 m rispetto al fondo, salvo prescrizioni più restrittive dell'Ente, proprietario o preposto alla sorveglianza.
In ogni caso, in relazione alla spinta idrostatica, devono essere impiegati tubi con spessore maggiorato per l'autoaffondamento oppure si devono adottare opportuni ancoraggi od appesantimenti (vedere 3.5.6).

(segue)

5.6. Posa con impiego di attrezzi speciali

La posa senza apertura dello scavo può essere effettuata mediante l'impiego di attrezzi speciali (talpa meccanica, trivella, spingitubo, ecc.).
La possibilità di impiego degli attrezzi speciali deve essere verificata con una ispezione tecnica preliminare volta ad accertare le condizioni di posa (natura del terreno, presenza di servizi interrati).
Durante la posa si dovrà operare in modo che il rivestimento della condotta non subisca danneggiamenti.
Nel caso di posa con spingitubo o trivella la condotta di regola deve essere contenuta in un tubo di protezione.

5.7. Posa fuori terra

Nei casi particolari in cui, per attraversamento di corsi d'acqua o di terreni instabili o altri motivi, la condotta debba essere collocata fuori terra, essa dovrà essere opportunamente sollevata dalla superficie del terreno, corredata per quanto necessario di ancoraggi e di dispositivi di compensazione della dilatazione termica e protetta contro possibili sollecitazioni meccaniche accidentali.
È vietata la posa fuori terra dei tubi di polietilene.
È buona regola impiegare solo condotte di acciaio con giunzioni saldate.

5.8. Installazione su opere d'arte

Nel caso di attraversamento di corsi d'acqua, dislivelli e simili possono essere utilizzate le opere d'arte esistenti.
La condotta può essere interrata nella sede di transito oppure aggraffata all'esterno.
È vietata l'installazione in camere vuote se non liberamente arieggiate o dotate di idonei sfiati.
Nel caso di installazioni con aggraffaggio all'esterno devono essere adottate le precauzioni di cui in 5.7.
Questa soluzione non è ammessa per le condotte di polietilene.

5.9. Distanze dai fabbricati

Nella posa delle condotte in prossimità di fabbricati isolati o di gruppi di fabbricati, in relazione alla specie della condotta, alla natura del gas, alla sede ed alle condizioni di posa, devono essere rispettate le distanze di sicurezza indicate nel prospetto VIII.

Prospetto VII — Profondità d'interramento minime ammesse in funzione della sede di posa, della specie della condotta e del tipo di materiale

Sede di posa	Profondità d'interramento (m)					Note
	Specie della condotta					
	4ª	5ª	6ª	7ª		
	Acciaio Ghisa sferoidale Polietilene Rame	Acciaio Ghisa sferoidale Polietilene Rame	Acciaio Ghisa sferoidale Polietilene Rame	Acciaio Ghisa sferoidale Polietilene Rame	Ghisa grigia	
Sede stradale e marciapiedi relativi	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	
Zone non soggette al traffico veicolare, aiuole spartitraffico, aree urbane verdi	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	a condizione che la tubazione sia posta almeno a 0,50 m dal bordo della carreggiata
Terreni di campagna	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	in corrispondenza di ondulazioni, fossi di scolo, cunette e simili è consentita, per brevi tratti, una profondità d'interramento minore e comunque con un minimo di 0,50 m
Terreni rocciosi	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	

(segue)

Prospetto VIII — Distanze di posa dai fabbricati in relazione alla specie della condotta, alla densità (d) riferita all'aria del gas, alla sede ed alle condizioni di posa.

Categoria di posa	Sede e condizioni di posa	Distanze di sicurezza m		
		Specie della condotta		
		4ª e 5ª		6ª e 7ª
		$d < 0,8$	$d > 0,8$	
A	Condotte posate in terreno con manto superficiale impermeabile (pavimentazioni in asfalto, in lastroni di pietra e di cemento e ogni altra copertura naturale o artificiale simile). Rientrano in questa categoria anche quei terreni, sprovvisti di manto superficiale impermeabile, nei quali, all'atto dello scavo di posa, si riscontri in profondità una permeabilità nettamente maggiore di quella degli strati superficiali	2	2	
B	Condotte posate in terreno sprovvisto di manto superficiale impermeabile purché tale condizione sussista per una striscia larga almeno 2 m e sia coassiale alla tubazione. Rientrano in questa categoria anche quei terreni nei quali, all'atto dello scavo di posa, si riscontri in profondità una permeabilità minore o praticamente equivalente a quella degli strati superficiali	1	2	nessuna prescrizione
C	Condotte posate in terreno con manto superficiale impermeabile di cui alla categoria di posa A ma per le quali si provveda al drenaggio del gas con le modalità indicate in 5.10.1. Tale sistema di protezione non è ammesso nel caso di posa in sede stradale e nel caso di gas con densità riferita all'aria > 0,8	1	—	
D	Condotte posate in terreno con manto superficiale impermeabile di cui alla categoria di posa A, per le quali siano realizzate le opere di protezione indicate in 5.10 2	nessuna prescrizione		

5.10. Opere di drenaggio e di protezione in relazione alle distanze minime di posa dai fabbricati

5.10.1. Opere di drenaggio del gas

Le opere di drenaggio del gas consistono nella costituzione, al di sopra della tubazione e lungo l'asse di questa, di una zona di permeabilità notevole o comunque maggiore di quella del terreno circostante mediante materiali inerti di granulometria adeguata in modo da favorire il flusso di eventuali dispersioni di gas verso tale zona. La larghezza dell'opera deve essere proporzionata al diametro della condotta ed almeno uguale alla larghezza dello scavo.

Le opere di drenaggio devono essere sezionate da setti separatori a tenuta del gas in tratte di lunghezza non maggiore di 150 m. Ogni tratta deve essere corredata di sfiati posti in corrispondenza delle estremità di ogni tratta drenata.

5.10.2. Opere di protezione

I tubi guaina ed i cunicoli possono essere costituiti da tubi di acciaio o di ghisa sferoidale o di plastica, da manufatti prefabbricati di cemento o amianto-cemento, da cunicoli di calcestruzzo. Tali manufatti devono essere dimensionati, in relazione alla condotta, in modo tale da garantire un'adeguata intercapedine che consenta il flusso del gas, derivante da eventuali dispersioni, verso gli sfiati o scarichi di cui l'opera deve essere corredata secondo quanto indicato in 3.5.8.

Inoltre, tali opere devono essere sezionate da setti separatori a tenuta del gas in tratte di lunghezza non maggiore di 150 m.

Nel caso di tubi guaina e di manufatti prefabbricati in cemento o amianto-cemento devono essere adottati dispositivi di giunzione tali da assicurare la continuità della protezione.

Nel caso di utilizzo di protezioni metalliche su condotte di acciaio, devono essere previsti dispositivi che garantiscano l'isolamento tra le stesse al fine di salvaguardare l'efficacia della protezione catodica.

5.11. Interferenze con altri servizi interrati

Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi tra le condotte gas ed altre canalizzazioni in pressione preesistenti (acquedotti, fognature in pressione e simili) la distanza minima misurata tra le due superficie affacciate deve essere tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi tra le condotte gas ed altre canalizzazioni preesistenti adibite ad usi diversi (cunicoli per cavi elettrici e telefonici, fognature e simili), la distanza minima misurata tra le due superficie affacciate deve essere:

- per condotte di 4ª e 5ª specie, non minore di 0,50 m;
- per condotte di 6ª e 7ª specie, tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

Qualora per le condotte di 4ª e 5ª specie non sia possibile osservare la distanza minima di 0,50 m, la condotta deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione di protezione.

Detto manufatto o tubazione, in caso di incrocio, deve essere prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio stesso per almeno:

- 1 m nei sovrappassi e 3 m nei sottopassi, nel caso di gas con densità riferita all'aria < 0,8;
- 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi, nel caso di gas con densità riferita all'aria > 0,8.

(segue)

Tali distanze devono essere misurate a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne della canalizzazione preesistente.
Nel caso di parallelismo con serbatoi contenenti prodotti infiammabili la distanza minima non deve essere minore di 1 m.
Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi di condotte di polietilene con condutture aventi una temperatura maggiore di 30 °C la distanza minima non deve essere minore di 0,80 m.
Qualora, per necessità d'installazione, la distanza fra i vari manufatti e la condotta sia tale che in caso d'intervento sulle rispettive opere si possano verificare danneggiamenti, si dovrà proteggere la tubazione con opere adeguate.

5.12. Interferenze con linee tramviarie urbane

Nei casi di percorrenza in parallelismo con linee tramviarie la distanza minima, misurata in senso orizzontale tra la superficie esterna della tubazione e la rotaia più vicina, non deve essere minore di 0,50 m. Nei casi di sottopasso di linee tramviarie la distanza minima, misurata tra la generatrice superiore del tubo ed il piano del ferro, non deve essere minore di 1 m.
Le condotte di 4ª e 5ª specie devono essere inoltre collocate in tubo di protezione prolungato per almeno 1 m rispetto alle rotaie esterne.
Per le condotte di 6ª e 7ª specie è ammessa una profondità di posa minore, fino ad un minimo di 0,50 m, purché la condotta sia collocata in un tubo di protezione prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno 1 m rispetto alle rotaie esterne.

5.13. Interferenze con linee elettriche o telefoniche

Nel caso di interferenza tra condotte gas e linee elettriche o telefoniche interrate preesistenti nonché con i sostegni ed i dispersori delle linee elettriche aeree relative a installazioni, si applicano le distanze di posa e le modalità di protezione indicate alle specifiche disposizioni di legge e/o emesse dagli Enti interessati e/o competenti.

6. Protezione contro la corrosione

6.1. Tubazioni interrate

Le tubazioni metalliche devono essere protette contro le azioni aggressive del terreno e dalle corrosioni causate da correnti elettriche naturali o disperse.
I collegamenti tra condotte di materiali metallici diversi devono essere realizzati con interposizione di giunti isolanti ad eccezione delle giunzioni tra tubi di ghisa sferoidale e grigia.

6.1.1. Tubi di acciaio e di rame

I tubi ed i raccordi devono essere protetti con rivestimenti costituiti da materiali idonei, quali bitumi, catrami, elastomeri e simili che posseggano adeguati requisiti di resistività elettrica, aderenza, plasticità, resistenza meccanica, non igroscopicità, impermeabilità e inalterabilità rispetto agli agenti aggressivi del terreno.
Allo scopo di integrare l'azione protettiva del rivestimento deve essere applicata, in sede di esercizio, secondo procedure dettate da regole di buona tecnica, la protezione catodica nei suoi vari sistemi e dispositivi. La protezione catodica applicata deve fornire alla condotta un potenziale negativo del tubo verso terra di almeno —0,85 V per il tubo di acciaio, e di —0,1 V per il tubo di rame, riferiti ad un elettrodo rame/solfato di rame disposto in opportuna posizione vicino alla tubazione.
Nella realizzazione del progetto di protezione catodica si deve prevedere l'installazione di un numero adeguato di punti di sezionamento elettrico e di punti di misura del potenziale.
La protezione catodica può non essere applicata a tratti di condotta di lunghezza limitata purché forniti di efficiente rivestimento e separati elettricamente dal resto della condotta mediante giunti isolanti.
I giunti isolanti devono sopportare al collaudo in officina la tensione di almeno 1 000 V alternati efficaci, a 50 Hz per 1 min e presentare caratteristiche tali che, per effetto di acqua di condensa o forte umidità, non risulti riduzione nei valori del suddetto isolamento.

6.1.2. Tubi di ghisa

Nella posa in terreni particolarmente aggressivi deve essere valutata la necessità di prevedere la protezione del tubo mediante applicazione in cantiere di un foglio di polietilene o altro sistema equivalente.

6.2. Tubazioni fuori terra

I tubi ed i raccordi di acciaio e di ghisa devono avere un'adeguata protezione anticorrosiva esterna ottenuta mediante zincatura o verniciatura o altri procedimenti di almeno pari efficacia.
Nel caso di installazione delle tubazioni di acciaio all'esterno di opere d'arte dovrà essere realizzato l'isolamento elettrico delle tubazioni rispetto alle opere di sostegno ed al manufatto.

6.3. Verifica dell'integrità del rivestimento

La prova si effettua in cantiere sulle tubazioni di acciaio e di rame rivestiti, prima dell'interramento, a mezzo di apparecchio rivelatore a scintilla, tarato con una tensione di scarica non minore di 10 kV.
Dovrà inoltre essere verificata l'efficienza dell'isolamento verso terra delle condotte posate in opera anche in relazione al tipo di materiale di rivestimento adottato e al tipo di protezione catodica attuata.

7. Collaudi

I collaudi comprendono tutte le operazioni che hanno lo scopo di accertare la corretta realizzazione dell'impianto, sia in corso d'opera sia ad impianto realizzato.
I collaudi previsti sono i seguenti:

(segue)

7.1. Prova a pressione

Le condotte posate devono essere sottoposte alla prova di pressione.
In relazione alla estensione della rete ed ai diametri costituenti la stessa, la prova può essere eseguita per tronchi o per l'intera estensione.
I tronchi devono essere interrati, ad eccezione delle testate degli stessi che possono essere lasciate scoperte per il controllo dell'andamento della prova.
La prova deve essere eseguita di preferenza idraulicamente, ma è consentito l'uso dell'aria o di gas inerti purché si adottino tutti gli accorgimenti necessari all'esecuzione delle prove in condizioni di sicurezza.
La prova consiste nel sottoporre la condotta ad una pressione pari ad almeno:

— 1,5 volte la pressione massima di esercizio per condotte di 4ª e 5ª specie;

— 1 bar per condotte di 6ª e 7ª specie.

La pressione massima di prova non deve superare la pressione di prova idraulica in officina per i tubi ed i raccordi e le pressioni di collaudo ammesse per gli accessori inseriti nel circuito.
Per le condotte realizzate con tubo di rame, la pressione di prova dovrà essere scelta in modo da sottoporre il tubo ad una sollecitazione non maggiore di 1/5 del carico unitario di rottura a trazione del materiale costituente il tubo.
La prova è considerata favorevole se ad avvenuta stabilizzazione delle condizioni di prova la pressione si è mantenuta costante, a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura, per almeno 24 h.
Nel caso di tronchi costituiti da condotte fuori terra di breve lunghezza, impianti ed apparecchiature di intercettazione e simili, la durata della prova può essere ridotta fino ad un minimo di 4 h e la prova può essere eseguita anche fuori opera.
Per ogni prova a pressione deve essere redatto il resoconto di prova a cui deve essere allegato il diagramma di registrazione della prova stessa.
Nel caso in cui la rete sia costituita da più tronchi, oltre alla prova per tronchi, dovrà essere effettuata una prova finale sull'intero impianto oppure dovrà essere verificata con altre modalità la tenuta dei punti di collegamento tra i vari tronchi
La prova finale, quando eseguita, si effettua con aria o gas inerte con le stesse modalità prescritte nella prova per tronchi.

7.2. Verifica del potenziale di protezione della rete

In caso di tubazioni di acciaio e di rame protette catodicamente si deve verificare, attraverso i punti di misura, che il potenziale rispetto all'elettrodo rame/solfato di rame abbia raggiunto il valore minimo prescritto di —0,85 V per le condotte di acciaio e di —0,1 V per le condotte di rame.
Al termine della prova deve essere redatto il resoconto di prova con allegati eventuali diagrammi di registrazione.

Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar

Progettazione, costruzione, collaudo

(UNI 9165)

Studio del progetto — Gruppo di lavoro 1 della Commissione B1 "Reti a media e bassa pressione" del CIG (Comitato Italiano Gas, federato all'UNI — Milano Viale Brenta, 27), riunione negli anni 1982 a 1985.

Approvazione per l'inchiesta — Consiglio di Presidenza del CIG riunione del 4 lug. 1985.

Pubblicazione dell'inchiesta — Ago. 1985.

Esame ed approvazione — Consiglio di Presidenza CIG riunione del 1° lug. 1986.

Esame finale — Commissione Centrale Tecnica dell'UNI, riunione del 11 nov. 1986.

Ratifica — Presidente dell'UNI, delibera del 10 set. 1987.

La pubblicazione della presente norma avviene con la partecipazione finanziaria dei Soci, dell'industria, dei Ministeri e del CNR.

ERRATA CORRIGE alla UNI 9165 (nov. 1987)

Punto 3.3, prospetto I : alla fine della nota a piè del prospetto stesso, dopo "*** fino a diametri esterni di 108 mm, aggiungere: "(vedere anche nota 1 a pag. 1)".

Punto 3.4.1 . nella penultima riga della nota in calce al prospetto III, sostituire "opportuna" con "adeguata".

Punto 3.4.5 nella nota in calce al prospetto VI, aggiungere, "(vedere anche nota 1 di pag.1)".

Punto 3.5.1 nella seconda riga, sostituire "devono" con "possono"; nella terza riga, sostituire "di maggior importanza" con "in relazione alle esigenze ed alle opportunita' funzionali della rete".

Punto 3.5.8 nel secondo paragrafo, seconda riga, sostituire la prima "e" con ";" e la seconda "e" con ", nonche'". Nello stesso paragrafo sostituire il comma b) con il seguente:
b) per sfiati destinati a favorire la circolazione dell'aria devono essere previsti due tubi di sfiato aventi altezza differenziata rispetto al piano di campagna, uno dei quali non dovra' ,di regola, avere altezza maggiore di 0,7 m rispetto al piano di campagna medesimo, l'altro potra' coincidere con quello indicato in a).

Punto 4.1.1 : nella settima e nona riga, sostituire la prima "e" con "e/o".

Punto 4.2 . nella terza riga, aggiungere "con attrezzatura idonea" dopo "freddo".

Punto 5.2 . nella nona riga, aggiungere "inerte" dopo "materiale".

Punto 5.3 nella seconda riga aggiungere "inerti" dopo "materiali".

Punto 5.5 · nella quarta riga, sopprimere la virgola dopo "Ente"

Punto 5.7 : cancellare l'ultima riga.

Punto 5.11 alla fine della quarta riga a pag. 11, sostituire "0,80 m" con "1 m".

Punto 6.1 : sopprimere nella terza riga "di giunti isolanti" e completare la quarta riga con: ",di giunti isolanti, al fine di consentire la corretta applicazione della eventuale protezione catodica su una o su entrambe le condotte".

UNI FA 260

Foglio di aggiornamento N° 1 alla UNI 8041 (dicembre 1985)
Bruciatori di gas ad aria soffiata
Termini e definizioni

Testo revisionato

FA 260
mar. 88

Pag. 4, numero d'ordine 2.8, nella definizione del termine

potenza termica nominale,

dopo

Potenza termica dichiarata dal costruttore,

aggiungere quanto segue:

Ai fini delle prescrizioni di sicurezza, si intende la massima potenza erogabile dal bruciatore con pressione nulla del focolare.

FA 260
mar. 88

Pag. 6, numero d'ordine A 13, nella definizione di

tensione nominale,

modificare:

È espressa in millibar (mbar).

con quanto segue:

È espressa in volt (V).

FA 260
mar. 88

Pag. 6, numero d'ordine A 14, nella definizione di

tensione di caduta,

modificare:

È espressa in millibar (mbar).

con quanto segue:

È espressa in volt (V).

Gr 1

UNI FA 207

Foglio di aggiornamento N° 1 alla UNI 8723 (feb. 1986)
Impianti a gas per apparecchi utilizzati in cucine professionali e di comunità
Prescrizioni di sicurezza

Testo revisionato

FA 207
dic. 87

Al punto A 2, 11ª riga, all'elenco dei prospetti aggiungere il riferimento ai prospetti XI e XII.

Alla fine della norma, a pag. 14 dopo il prospetto X, inserire i seguenti due prospetti.

Portate in volume (m^3/h) a 15 °C per gas naturale, densità 0,6, calcolate per tubazioni di rame, con perdita di carico di 0,5 mbar

Lunghezza virtuale m	Diametro interno mm						
	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
	Diametro esterno mm						
	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
	Portata in m^3/h						
2	0,27	0,59	1,08	1,78	2,71	3,90	5,37
4	0,18	0,40	0.73	1,19	1,82	2,61	3,60
6	0,14	0,31	0,58	0,95	1,44	2,07	2,85
8	0,12	0,27	0,49	0,85	1,22	1,75	2,42
10	0,11	0,23	0,43	0,79	1,07	1,54	2,13
15	0,08	0,19	0,34	0,56	0,85	1,22	1,68
20	—	0,16	0,29	0,47	0,50	1,04	1,43
25	—	0,14	0,25	0,42	0,63	0,91	1,26
30	—	0,12	0,23	0,37	0,57	0,82	1,13
40	—	0,11	0,19	0,32	0,48	0,70	0,96
50	—	0,09	0,17	0,28	0,43	0,61	0,84
60	—	0,08	0,15	0,25	0,38	0,55	0,76
80	—	—	0,13	0,21	0,32	0,47	0,64
100	—	—	0,11	0,19	0,28	0,41	0,57

FA 207
dic. 87

Portate in volume (m^3/h) a 15 °C per gas manifatturato, densità 0,85, calcolate per tubazioni di rame, con perdita di carico di 0,5 mbar

Lunghezza virtuale m	Diametro interno mm						
	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
	Diametro esterno mm						
	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
	Portata in m^3/h						
2	0,21	0,46	0,84	1,38	2,10	3,02	4,17
4	0,14	0,32	0,56	0,93	1,41	2,03	2,80
6	0,11	0,24	0,45	0,73	1,12	1,61	2,21
8	0,09	0,21	0,38	0,62	0,95	1,36	1,88
10	—	0,18	0,33	0,55	0,83	1,20	1,65
15	—	0,14	0,26	0,43	0,69	0,95	1,31
20	—	0,12	0,22	0,37	0,58	0,80	1,11
25	—	0,11	0,20	0,32	0,49	0,71	0,97
30	—	0,10	0,18	0,29	0,44	0,64	0,88
40	—	0,08	0,16	0,25	0,38	0,54	0,74
50	—	—	0.13	0,22	0,33	0,47	0,65
60	—	—	0,12	0,20	0,30	0,43	0,59
80	—	—	0,10	0,17	0,25	0,36	0,50
100	—	—	0,09	0,15	0,22	0,32	0,44

Gr 1

'ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE
P. Diaz, 2 - 20123 MILANO - Tel. 02/89010342 - telex I 312481 UNI - telefax 02/8690120

18 marzo 1988

Errata corrige alla UNI 8723 (feb. 1986).
"Impianti a gas per apparecchi utilizzatori in cucine e comunità - Prescrizioni di sicurezza"

Pagina 10, prospetto I "Portate in volume (m^3/h) a 15° per gas manifatturato, densità 0,85, calcolate per tubazioni di acciaio con perdita di carico di 0,5 bar"

Nella testatina relativa al "Diametro interno", alla sesta casella, sostituire il valore "58,8" con "53,8".

Pagina 12, prospetto V "Portate in massa (kg/h) a 15 °C per miscele di GPL, densità 1,69, calcolate per tubazioni di acciaio con perdita di carico di 0,5 mbar"

Modificare la testatina relativa al "Diametro esterno" come qui sotto riportato:

Diametro esterno								
3/8 Gas	1/2 Gas	3/4 Gas	1 Gas	1 1/4 Gas	1 1/2 Gas	2 Gas	2 1/2 Gas	3 Gas

---

88A4586

GIUSEPPE MARZIALE, *direttore*

FRANCESCO NOCITA, *redattore*
ALFONSO ANDRIANI, *vice redattore*

(9652446) Roma - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S.